

## Das k. k. Stiftungshaus am Schottenring in Wien.

Vortrag des Herrn k. k. Ober-Baurathes Friedrich Schmidt, gehalten in der Vereinsversammlung am 7. November 1885.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXXVII—XXXIX.)

Es ist unzweifelhaft eines der trostlosesten und traurigsten Ereignisse gewesen, welches unsere Stadt betroffen hat, als das Ringtheater am 8. December des Jahres 1881 in Asche fiel und man muss es wieder als erhebenden Act bezeichnen, dass unser erhabener Kaiser sofort den Entschluss fasste, an Stelle des Ringtheaters ein Gebäude aufzuführen zu lassen, welches bestimmt ist, für ewige Zeiten aus seinem Ertragnisse wohlthätigen Zwecken zu dienen! Mir ist der ehrende Auftrag zu Theil geworden, den Entwurf für dieses Gebäude anzufertigen und dasselbe hienach zur Ausführung zu bringen.

Die Bedingungen, welche an das Gebäude gestellt wurden, waren zweierlei: Für's Erste sollte es, wie ich mir schon zu bemerken erlaubte, ein Miethhaus werden, dessen Ertragniss wohlthätigen Zwecken zu dienen hat und andererseits sollte dasselbe eine Capelle enthalten, welche dazu bestimmt ist, das Andenken an die Verstorbenen und an das grausige Ereigniss überhaupt in mildere Töne aufzulösen.

Die Verbindung dieser beiden Bedingungen war sowohl in technischer als künstlerischer Hinsicht, wie Sie wohl Alle zugeben werden, eine sehr schwierige; sie war schwierig unter allen Umständen, sie war nach meiner Ansicht doppelt schwierig auf dem Platze, wo sie zur Lösung kommen sollte, der Wiener Ringstrasse, und sie war noch speciell schwierig für mich.

Bei der allgemeinen Disposition dieses Gebäudes hat selbstverständlich die Capelle den Ausschlag gegeben, für sie musste der Ehrenplatz im Gebäude gesucht werden.

Es war undenkbar, eine Votivcapelle in einem solchen Gebäude unsichtbar nach aussen, irgendwie in einen versteckten Winkel zurückversetzt, anzuordnen. Wäre die Flächenausdehnung des Gebäudes eine bedeutende, so wäre es allenfalls möglich gewesen, einen grossen Hof zu entwickeln, in welchem die Capelle eine besondere Stellung eingenommen hätte. Da aber eine solche Lösung hier nicht im Entferntesten möglich war, so blieb nichts anderes übrig, als der Capelle mitten in der Façade auf der Ringstrasse den Ehrenplatz einzuräumen.

Um diese Capelle nach aussen hin in die Erscheinung treten zu lassen, gab es mehrere architektonische Möglichkeiten. Die Baukünstler des 14. und 15. Jahrhunderts hätten vermuthlich die Lösung mit dem Ausbaue eines Erkers versucht, ähnlich wie dies am Carolinum in Prag, oder in Nürnberg, oder in anderen Städten zu sehen ist. Da jedoch der Erker auch bei unseren modernen Profanbauten ein häufig angewandtes Motiv ist, so wäre durch eine solche Lösung der Ausdruck einer Capelle nach aussen und ihrer Bedeutung gegen den Bau vielleicht nicht so vollkommen zur Geltung gelangt, als es in der Weise zu erreichen ist, wenn man die Façade gewissermaassen um die Capelle herumgruppiert. Eine kirchliche Vorschrift verlangt, dass über einer Capelle kein Wohnraum angebracht werden darf. Daraus ergab sich die Nothwendigkeit, die Capelle in eine solche Höhe zu legen, dass nicht unnütz Raum verschwendet wurde. Indem nun die Lage der Capelle in dieser Weise bestimmt war, folgte die weitere Grundrissordnung von selbst und zwar

in der Art, dass die Wohnräume sich rechts und links um die Capelle gruppieren. Damit, dass diese Capelle in ihrer ganzen Grösse nach aussen zum Ausdrucke gebracht werden musste, war für die architektonische Gestaltung der Façade die grösste Schwierigkeit geschaffen; denn es handelt sich darum, ein architektonisches Gebilde von mässiger Ausdehnung, das den streng kirchlichen Typus an sich trägt, harmonisch mit dem übrigen profanen Baue in Verbindung zu bringen. Aus diesem Bedürfnisse gewissermaassen ist der Gedanke der Loggien entstanden, den Sie in der Façade zum Ausdruck gebracht sehen und der venetianischen Motiven entnommen ist.

Eine höchst erfreuliche Bedingung, welche mir gestellt worden, war die, dass der Bau mit allen Mitteln der modernen Bautechnik so solid und fest als möglich ausgeführt werde. Bei der Conception des Planes wurde wohl auch versucht, wenigstens zum Theile die Fundamente des Ringtheaters wieder zu benützen und dadurch Ersparungen zu erzielen. Bei den grundverschiedenen Bestimmungen der beiden Gebäude ist es jedoch nicht zu verwundern, dass diese Absicht nur in beschränktem Maasse erreicht werden konnte. Nur zu geringem Theile war es möglich, diese alten Mauern zu benützen, und es gehörte mit zu den grössten Schwierigkeiten, sich zwischen diesen alten Fundamenten hindurchzuarbeiten. Es war ferner keine leichte Aufgabe, den Abbruch sicher und ungefährdet zu führen; denn die hohen Mauern waren durch das Feuer stark angegriffen worden, und hiezu trat noch der Umstand, dass das Nachbargebäude auf einem Grunde stand, der uns nicht genügte, wir daher mit unseren Fundamenten tiefer gehen mussten.

In Betreff der Anordnung des Gebäudes habe ich unter Hinweis auf die Pläne nur wenig hinzuzufügen. Es ergab sich die Möglichkeit, in jedem Stockwerke vier Wohnungen anzuordnen. Zwei grössere Wohnungscomplexe liegen nach vorne gegen die Ringstrasse, zwei etwas kleinere nach rückwärts. Es sind zwei Stiegen vorhanden, eine vordere und rückwärtige. Dieselben vermitteln den Zugang zu den Wohnungen im Vorder- und Hintertrakte, welche unter sich selbst nicht in Verbindung stehen.

Neben diesen Stiegenanlagen erwies sich noch als wünschenswerth eine besondere Diensttreppe, welche ausschliesslich für die Capelle, beziehungsweise für den Priester, bestimmt ist.

Hinsichtlich der constructiven Durchführung bemerke ich, dass sämtliche Fussböden massiv auf Traversen eingewölbt sind, und dass die ebene Plafondfläche dadurch hergestellt wurde, dass ein Drahtgeflecht mit mässig weiten Maschen, an welchem der Verputz angebracht wird, aufgehängt ist. Die Wohnräume an der Vorderfront haben decorative Holzplafonds erhalten.

Die Dachstühle sind, mit möglichstem Ausschluss von Holz, aus Eisen construirt, so dass man wohl von vollständiger Feuersicherheit des Gebäudes sprechen kann.

Die Stiegen waren ursprünglich mit vollständigen Stützen gedacht, sie sind jedoch freitragend ausgeführt worden.

Im Allgemeinen habe ich mir, was die Ausstattung des Gebäudes betrifft, Mühe gegeben, dasselbe einfach und in gewissem Sinne anspruchslos mit Rücksicht auf den Zweck, welchen das Haus zu erfüllen hat, zu gestalten. Was die äussere Architektur betrifft, bin ich am allerwenigsten in der Lage, eigentlich mehr darüber zu sagen — das steht Ihrer Beurtheilung anheim; Sie mögen ermassen, was ich angestrebt habe, oder in welcher Weise die Bedingung erfüllt wurde, unsere jetzigen Kunstanschauungen mit meiner eigenen künstlerischen Ueberzeugung zu vereinigen und dieselben auszudrücken.

Die Bauarea beträgt  $1840\text{ m}^2$ , davon enthält der grosse Hof  $147\text{ m}^2$ ; es verbleiben daher  $1296\text{ m}^2$  verbaute Fläche.

Der Bau wird in seiner Vollendung und ausgestattet mit Allem, was der Bauherr selbst beistellen wird, d. i. mit vollständiger Tapetirung, Bemalung, Kachelöfen u. s. w., gegen  $800.000$  fl. kosten. Ich bemerke dabei, dass die Fundirung bei dem Umstande, als die Fundamente des alten Gebäudes abgetragen oder durchstossen werden mussten, um für die neuen Mauern eine durchschnittliche Fundamenttiefe von  $13\text{--}14\text{ m}$  zu erlangen, wie leicht einzusehen, eine unverhältnissmässig bedeutende Summe in Anspruch genommen hat. An manchen Stellen war es gar nicht möglich, natürlich

tragfähigen Boden zu finden und musste sohin zur Pilotage geschritten werden. Im Ganzen wurden 370 Piloten geschlagen. Ausserdem wurde die gesammte Fundamentalsohle mit einer Betonschichte von durchschnittlich  $1\text{ m}$  Höhe belegt.

Es gereicht mir, meine Herren, zur besonderen Befriedigung, Ihnen sagen zu dürfen, wer die jüngeren Freunde sind, welche mir sowohl bei Verfassung der Pläne, als auch bei der Ausführung mit Treue und Hingebung zur Seite standen. Es sind dies die Herren Baurath Franz R. v. Neumann jun., Prof. Luntz und Architekt Deininger; als Bauführer Architekt Bayer, ferner die Architekten Herr, Kiss und Weber. Herr Ober-Ingenieur Buberl hatte die Freundlichkeit die Pläne für sämtliche Eisenconstructions auszuarbeiten, während Herr Ingenieur Berkowitsch die Gas- und Wasserleitungs-Anlage projectirte.

Die Ausführung der Bau- und Steinmetzarbeiten war Herrn Baurath Wasserburger übertragen, sowie die sämtlichen Tischlerarbeiten an Herrn Hof-Tischler Paulick — und wenn ich mich enthalte, die übrigen Firmen namhaft zu machen, welche alle in vorzüglicher Weise ihre Arbeiten zur Ausführung brachten, so geschieht dies nur, um nicht durch unwillkürliches Uebersehen einer Firma zu verletzen.

## Ueber Schmalspurbahnen.

Vortrag, gehalten am 26. Februar 1885 in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure  
von dipl. Ingenieur Alfred Birk.

Die Frage über die Berechtigung der schmalen gegenüber der normalen Spur ist heute keine Streitfrage mehr, wie sie es vor einem verhältnissmässig kurzen Zeitraume gewesen; man hat erkannt, dass Fragen, wie diese, sich von einem allgemeinen Standpunkte aus nur schwer erörtern lassen, dass sie nur unter Voraussetzung besonderer Umstände entschieden werden können. Absolute Gegner der Schmalspurbahnen dürfte es heute vielleicht kaum mehr geben; Schmalspur und Normalspur werden sich wohl nur feindlich begegnen, sobald es sich darum handelt, in einem gegebenen Falle die Grenze festzusetzen, wo der Vortheil der einen Spur aufhört und jener der anderen beginnt.

Die Factoren, welche bei einer solchen Entscheidung als maassgebend auftreten, sind sowohl technischer, wie volkswirtschaftlicher Natur; aber es sind Factoren, welche selbst wieder veränderlich erscheinen und sich mannigfachen Verhältnissen anschmiegen, wie das Eisenbahnwesen überhaupt, namentlich nach seiner technischen Seite hin, durch ein bedeutendes Anpassungsvermögen sich auszeichnet.

Die grosse Veränderbarkeit dieser Factoren hat den schmalspurigen Eisenbahnen selbst wieder ein verschiedenartiges Gepräge verliehen, welches namentlich in der Grösse der Spurweiten derselben zum Ausdrucke kommt. Dieser Frage nun: welche schmale Spur unter gewissen Verhältnissen als die vortheilhafteste erscheint, will ich in meinem Vortrage etwas näher treten; aber ich halte es für angezeigt, bevor ich zur Erörterung derselben übergehe, darauf hinzuweisen, wie gross die Veränderbarkeit dieser Factoren, wie gross der Spielraum ist, innerhalb dessen sie variirt werden können, und das wird uns am deutlichsten, wenn wir einige ausgeführte schmalspurige Bahnen ver-

gleichend in's Auge fassen. Ich beschränke mich hiebei auf jene Länder, deren Schmalspurbahnen ich zum grössten Theile auf meinen Studienreisen kennen zu lernen Gelegenheit hatte.

Oesterreich-Ungarn besitzt in der Linie Lambach-Gmunden eine der ältesten Schmalspurbahnen. Dieselbe ist  $27.49\text{ km}$  lang und besitzt eine Spurweite von  $3' 6'' = 1.106\text{ m}$ . Die im Jahre 1873 eröffnete Linie Gran-Bresnitz-Schemnitz ( $23.096\text{ km}$  lang) und die elektrische Bahn Mödling-Hinterbrühl ( $4.53\text{ km}$  lang) sind mit einer Spurweite von  $1\text{ m}$  ausgeführt. Die Kohlenbahn Reschitz-Moravitz hat eine Spurweite von  $0.948\text{ m}$ . Einige Kohlenbahnen besitzen eine solche von  $0.79\text{ m}$  — eine Spurweite, welche mit Rücksicht auf den Wunsch, die „Hunde“ der Bergwerksbahnen verwenden zu können, gewählt wurde. Diese letzteren sind nämlich in der Regel mit einer Spurweite von  $30'' = 0.79\text{ m}$  angelegt. Eine einzige Schmalspurbahn in Oesterreich-Ungarn hat die Spurweite von  $0.75\text{ m}$ ; nämlich die im Jahre 1873—74 von dem Ingenieur P. Klunzinger erbaute, interessante Linie Rostoken-Marksdorf in Ungarn. Dieselbe ist  $18.7\text{ km}$  lang;  $12\text{ km}$  liegen in der Maximalsteigung von  $25\text{‰}$ . Die Beschaffenheit des Terrains machte die Anwendung dreier Kehren, deren grösste einen  $\frac{3}{4}$  Kreis bildet, nothwendig. Die Spurweite war mit Rücksicht auf den Minimalradius von  $50\text{ m}$ , welcher nicht zu vermeiden war, gewählt worden.

Die längste und grossartigste Schmalspurbahn besitzt Oesterreich-Ungarn in der k. k. Bosnabahn, die im Jahre 1879 eröffnet wurde und in ihrer Gesamtausdehnung von Brod bis Serajewo  $268\text{ km}$  lang ist. Sie hat eine Spurweite von  $0.76\text{ m}$ . Die Wahl dieser Spurweite muss

überraschen. Nachdem man sich einmal entschlossen hatte, unter das Maass von 1 m zu gehen, konnte man wohl die von dem Deutschen Eisenbahn-Vereine empfohlene Spurweite von 0.75 m wählen, da eine Vergrösserung der Spurweite um 10 mm doch keine besonderen Vortheile bieten kann; es scheint, wie Herr von Nördling in seinem Vortrage über die Bosnabahn sagt, dass man dieses Maass im Drange der Kriegseignisse angenommen hat. Die Wahl der Schmalspur in Bosnien dürfte übrigens nicht ohne Bedeutung für die Zukunft bleiben; sie wird zweifellos zu einem Netze von Schmalspurbahnen in Bosnien und der Herzegowina führen, denn es würde der handelspolitischen Aufgabe des Eisenbahnwesens zuwiderlaufen, an diese Hauptlinie eines bosnisch-herzegowinischen Eisenbahnnetzes Schienenwege mit normaler Spur anzuschliessen und den Durchgangsverkehr auf ersterem unmöglich zu machen.

Deutschland zählt heute mehr als 400 km schmalspuriger Eisenbahnen, von denen 235 km dem allgemeinen Personenverkehre dienen; 105.18 km entfallen auf die in den Jahren 1853—1856 erbauten ober-schlesischen Schmalspurbahnen, welche die zahlreichen ergiebigen Kohlenzechen, die berühmten Eisen-, Blei-, Silber- und Zinkwerke und die grossartigen Steinbrüche des ober-schlesischen Höhenzuges im Südosten der Provinz, bei Tarnowitz und Beuthen unter einander und mit den Hauptbahnen verbinden. Diese Linien haben insgesamt die Spurweite von 0.75 m, bei deren Wahl das Spurmaass der in den Bergwerken verwendeten „Hunde“ jedenfalls auch von Einfluss gewesen ist. In dem Zeitraume von 1860 bis 1870 entstanden in Deutschland zwei schmalspurige Strassenbahnen: die bekannte Bröhlthalbahn mit 0.80 m und die Bahn von Itzehoe nach Lägerdorf in Holstein mit 0.88 m Spurweite. Beide Bahnen dienen vorwiegend dem Transporte von Rohmaterialien, namentlich Bergwerksproducten, und sind die ersten schmalspurigen Strassenbahnen Deutschlands. Im Jahre 1876 wurde die Ocholt-Westerstede-Bahn im Herzogthum Oldenburg eröffnet; sie hat eine Spurweite von 0.75 m. Drei Jahre später wird die 44 km lange Feldabahn, für welche man die Spurweite von 1 m gewählt hatte, dem Betriebe übergeben. Sie hat in dem Zeitraume von 1880 bis 1884 in Deutschland mannigfache Nachahmung insoferne gefunden, als die überwiegende Mehrzahl der in dieser Zeit daselbst zur Ausführung gelangten, zum Theile sehr kurzen Schmalspurbahnen die Spurweite von 1 m erhielt.

Diese Bahnen vertheilen sich auf die einzelnen Staaten Deutschlands mit Ausnahme Sachsens, dessen Schmalspurbahnen ich noch eingehender besprechen werde, folgendermaassen: Im Königreiche Preussen wurden von 1882 bis jetzt 44 km Schmalspurbahnen ausgeführt, darunter die drei Zahnradbahnen Friedrichsseggen bei Oberlahnstein, auf den Drachenfels bei Königswinter und zum Niederwald-Denkmal bei Rüdeshheim; ferner die zwei elektrischen Bahnen bei Lichterfelde und von Frankfurt nach Offenbach. Im Elsass bestehen vier schmalspurige Bahnen, darunter die Dampftramway von Mühlhausen mit einer Länge von 32 km und die Kayserberger Thalbahn, deren erste Theilstrecke Colmar-Kayserberg (11 km lang) am 18. Jänner d. J. eröffnet wurde. Das

Grossherzogthum Baden besitzt nur die 4.5 km lange schmalspurige Dampftramway von Mannheim nach Feudenheim, und Württemberg die 1.9 km lange Zahnradbahn Stuttgart-Degerloch. In Bayern ist derzeit noch keine Schmalspurbahn im Betriebe, jedoch ist eine solche projectirt, und zwar die 6 km lange Localbahn Eichstädt-Bahnhof nach Eichstädt-Stadt. \*)

Dass auf dem Gebiete schmalspuriger Bahnen geradezu Grossartiges geleistet werden kann, dass sich überhaupt eine nach allgemeinen, umfassenden Principien durchgeführte Anlage schmalspuriger Bahnen empfiehlt, sobald das Bedürfniss nach solchen vorliegt, beweisen die Secundär- und Strassenbahnen Sachsens, bei denen ich ihrer eminenten Wichtigkeit halber etwas länger zu verweilen für nothwendig erachte.

Das Königreich Sachsen zählt zu den dichtbevölkertsten Ländern Europa's; mehr als 180 Einwohner entfallen auf den Quadrat-Kilometer Bodenfläche. Im Norden und Nordwesten eben, im Süden und Osten gebirgig, bilden dort Ackerbau und Viehzucht, hier der Bergbau die Hauptbeschäftigung der ob ihres Fleisses und ihrer Sparsamkeit viel gerühmten Bevölkerung. Wohl angelegte, gut erhaltene Strassen und vielfach verzweigte Schienenwege verbinden die bedeutenderen Ortschaften und Städte des Landes, und auf der Elbe, Sachsens einzigem schiffbaren Fluss, herrscht ein Leben, wie es kaum ein zweiter Strom Deutschlands aufzuweisen vermag.

Die Länge der Eisenbahnen betrug daselbst im Jahre 1884 mehr als 0.1544 km pro 1 km<sup>2</sup> und dennoch ist die Anlage neuer Linien ein volkswirtschaftliches Gebot, denn nur durch solche war es möglich, die Bevölkerung einzelner Seitenthäler vor drohender Verarmung zu schützen, neue Hilfsquellen, namentlich an Holz und Eisen zu erschliessen, neue Industrien durch Ausnützung der vorhandenen Wasserkräfte in den Thälern der südlichen und östlichen Gebirgshöhen zu schaffen, die bestehenden Etablissements durch billige Zufuhr von Kohlen concurrenzfähiger zu gestalten und den Hauptbahnen neue Transport-Gegenstände zuzuführen.

Diese Epoche der Herstellung von Localbahnen wurde im Jahre 1878 durch den Bau der normalspurigen Bahn von Pirna nach Berggiesshübel eingeleitet, welche 15 km lang ist und deren Eröffnung im Jahre 1880 stattfand. Ihr folgte die normalspurige, 17 km lange Linie Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt. Aber von dieser Zeit an verliess die sächsische Staatsbahn-Verwaltung das System normalspuriger Local- und Strassenbahnen, indem sie dem Landtage von 1879—80 das zwei Jahre vorher von demselben abgelehnte Project der 10.15 km langen Schmalspurbahn Wilkau-Saupersdorf neuerdings vorlegte und seine Genehmigung zu erlangen wusste.

Für diese Bahn wurde die Spurweite von 0.75 m gewählt, u. zw. nicht allein aus technischen Gründen, sondern vornehmlich aus volkswirtschaftlichen Rücksichten. „Die Aufgabe dieser Linie“ — so begründete die Regierung

\*) Dieselbe wurde am 15. September 1885 dem öffentlichen Verkehre übergeben.

die Wahl von 0·75 m Spurweite — „besteht hauptsächlich darin, den zahlreichen Fabriks-Etablissements in der hochindustriellen Stadt Kirchberg den Bezug der Kohlen und sonstigen Rohmaterialien, sowie den Versandt ihrer Erzeugnisse auf einem billigeren Wege zu ermöglichen, als bisher mittelst gewöhnlichen Strassenfuhrwerkes von und nach Wilkau geschehen konnte; ferner einen lebhaften Personenverkehr auf einer verhältnissmässig kurzen Strecke aufzunehmen, auf welcher derselbe gegenwärtig u. A. durch eine Omnibusverbindung vermittelt wird: und dieser Aufgabe genügt eine Secundär-Eisenbahn mit schmaler Spur vollkommen.“

Diese Begründung der Wahl einer schmalen Spur für die neu zu schaffenden Eisenbahnverbindungen erscheint von hoher Wichtigkeit: nicht allein das coupirte Terrain und die Nothwendigkeit kleiner Halbmesser entscheiden zwischen grösserer und geringerer Spurweite, sondern die commerciellen und ökonomischen Verhältnisse werden maassgebend hiefür.

Die Schmalspurbahn von Wilkau über Kirchberg nach Saupersdorf ist, wie erwähnt, 10·15 km lang; sie zweigt von Wilkau, einer Station der Hauptbahn Werdau-Schwarzenberg ab, durchschneidet das östliche Ende des Dorfes und erreicht die Strasse nach Kirchberg, auf welcher sie nun mit wenigen Unterbrechungen hinzieht. Sie durchfährt in zahlreichen Windungen die Stadt Kirchberg und geht dann auf eigenem Planum bis Saupersdorf. Die grösste Steigung dieser Bahn beträgt 1:40 (25‰); dort wo die Strasse stärker ansteigt, wurde sie in entsprechender Weise umfahren.

Die, der Zeit nach, zweite Schmalspurbahn Sachsens ist jene von Hainsberg über Schmiedeberg nach Kipsdorf (26·07 km lang). Sie durchfährt den von der Weisseritz in wildem Zickzacklauf durchströmten romantischen „Rabenaue-Grund“ und erforderte so zahlreiche und kühne Kunstbauten, dass man fast versucht wäre, sie die „Miniatur-Semmering-Bahn Sachsens“ zu nennen. Auf hohen Mauern und Steindämmen, in tiefen Einschnitten windet sich die Bahn durch das Thal, durchbricht mit einem 18 m langen Tunnel den sog. Einsiedler und übersetzt mit steinernen und eisernen Brücken vierzehnmal die wilde und die rothe Weisseritz. Sie hat eine Maximalsteigung von 1:33 (30‰).

Im vergangenen Jahre wurden in Sachsen vier neue Schmalspurbahnen in einer Gesamtlänge von 81 km eröffnet, so dass das schmalspurige Secundärbahn-Netz dieses kleinen Landes gegenwärtig über 116 km lang ist. Hiezu gehören: Die Secundärbahn Klotzsche-Königsbrück, 19·5 km lang; sie geht von der Station Klotzsche der sächsisch-schlesischen Bahn nach dem durch seine Thonwaren-Industrie bekannten Städtchen Königsbrück. Eine andere Linie zweigt von der Station Radebeul der Dresden-Leipziger Bahn ab, geht über Eisenberg und Moritzburg nach der in hügeliger Gegend am Zusammenflusse der Röder und Promnitz liegenden Stadt Radeburg, in deren Nähe Ziegeleien, Brauereien, Branntwein-Brennereien etc. sich befinden. Im äussersten Osten des Landes führt eine 13·6 km lange Schmalspurbahn von Zittau über

Reibersdorf, Reichenau nach Markersdorf, durchwegs Ortschaften von vorwiegend landwirthschaftlicher Bedeutung. Die jüngst eröffnete Linie ist jene von Döbeln nach Oschatz, beides Stationen zweier Hauptlinien Sachsens: der Dresden-Leipziger und der Chemnitz-Riesaer Bahn; wenn sich die kgl. sächsische Regierung trotz dieses letzteren Umstandes für die Schmalspur entschieden hat, so liegt der Grund darin, dass eine normalspurige Bahn den vorhandenen Thalsenkungen mit ihren zahlreichen Ortschaften nicht zu folgen vermocht hätte, dass sie vielmehr unter Ausführung umfanglicher Kunstbauten an den Höhen und über die einspringenden Querthäler oder aber unter Ueberschreitung eines Hochplateau's, entfernt von den meisten Ortschaften hätte hingeführt werden müssen, also den Charakter einer Localbahn vollständig eingebüsst hätte. Diese Schmalspurbahn benützt auf eine Länge von etwa 4 km den Bahnkörper der Chemnitz-Risaer Hauptlinie unter Einlegung eines dritten Schienenstranges zwischen den Schienensträngen des Hauptgeleises.

Ich möchte mir erlauben, auf diesen Umstand besonders aufmerksam zu machen. Wir finden eine ähnliche Anordnung bei der Kayserberger Thalbahn in Elsass-Lothringen und bei der Kohlenbahn Reschitza-Moravitz. Bei der ersteren können Schmal- und Normalspurwagen auf der Strecke vom Canalbassin bis zur Station Colmar verkehren, während die letztere von Reschitza nach Deutsch-Bogsan, auf welcher Strecke die Bahn ziemlich ebenes Terrain durchzieht, drei Schienenstränge besitzt und erst von hier an, wo sie in ein enges, vielfach gewundenes Thal eintritt, die Schmalspur allein erhalten hat. Dieses Princip dreier Schienenstränge in einem Geleise dürfte sich in manchen Fällen mit grossem Vortheile, namentlich bei der Fortsetzung normalspuriger Local- oder Strassenbahnen empfehlen.

Für die Finanzperiode 1884—85 genehmigte der sächsische Landtag die Herstellung von sieben Secundärbahnen, von denen drei Linien, und zwar: Mosel-Ortmannsdorf, Potschappel-Wilsdorf und Willischthal-Ehrenfriedersdorf mit Zweigbahn von Herold nach Thum mit einer Spurweite von 0·75 m ausgeführt werden. Ueberdies steht der Bau noch anderer schmalspuriger Bahnen in Aussicht, da der Landtag mit diesbezüglichen Petitionen der Bevölkerung überhäuft ist.

Ich wende mich nunmehr von Sachsen unmittelbar Belgien zu. Wenn zwei Länder des Continentes vergleichend nebeneinander genannt werden dürfen, ohne dass sich uns sofort bedeutsame Unterschiede in ihren volkswirtschaftlichen Verhältnissen aufdrängen, so sind es Sachsen und Belgien. Hier wie dort birgt die Erde Schätze an Kohlen und Metallen, ist das Land fruchtbar und wohlbebauet; hier wie dort begegnen wir einer zahlreichen, fleissigen und regsamen Bevölkerung, und hier wie dort bedeckt das Land ein Netz von Schienenwegen, deren Länge, auf den Quadrat-Kilometer Bodenfläche bezogen, von keinem anderen Staate Europa's erreicht wird. So zählte im Jahre 1879 Sachsen — wie ich schon erwähnte — 184·1, Belgien 185·5 Einwohner pro 1 km<sup>2</sup> und betrug die Länge der Eisenbahnen für dieselbe Flächeneinheit in ersterem Königreiche damals 0·1253, in letzterem 0·1270 km.



Die Eisenbahnen Belgiens befinden sich, mit Ausnahme weniger Linien, in den Händen des Staates; aber es sind nur die „grossen Eisenbahnen“, welche centralisirt wurden. Der Bau und Betrieb der Bahnen untergeordneter Bedeutung, sie mögen nun ein eigenes Planum besitzen oder nicht, also Local- oder Strassenbahnen sein, war dem Privatcapitale, war der Unternehmungslust Einzelner überlassen. Erst in jüngster Zeit, im Sommer vorigen Jahres, wurde ein Gesetz geschaffen, demzufolge der Bau und Betrieb aller Linien untergeordneter Bedeutung künftighin als Monopol einer grossen National-Gesellschaft erklärt ist, deren Theilnehmer der Staat, die Provinzen und Communen sind. Belgien zählt gegenwärtig mehr als 200 km Local- und Strassenbahnen; darunter aber nur zwei Schmalspurbahnen von zusammen 60 km Länge. Die eine derselben verbindet Antwerpen mit Gent. Sie wurde im Jahre 1848 eröffnet, ist 50 km lang und hat die Spurweite von 1·151 m. Es waren keineswegs technische Gründe, welche die Wahl dieser letzteren veranlassten, denn die Bahn führt stetig durch ebenes Land. Man wollte billig bauen und betreiben und meinte, dass eine schmalspurige Bahn dem Verkehre genügen werde. Nun hat der Staat zwischen Antwerpen und Gent eine zweite, um 18 km längere normalspurige Linie gebaut und die schmalspurige Privatbahn, welcher selbst ein lebhafter Localverkehr fehlt, vermag ihr trotz reducirter Tarife nicht Concurrenz zu bieten.

Dieser Umstand darf wohl nicht als ein Beispiel betrachtet werden, welches gegen die Schmalspur spricht; es spricht nur gegen eine volkswirtschaftlich unbegründete Anwendung derselben in gegebenem Falle. Städte, wie Antwerpen und Gent sind durch eine normalspurige Bahn in das grosse internationale Eisenbahn-Netz einzubeziehen; wenn sie überdies noch durch eine schmalspurige Bahn verbunden werden, so hat diese nur dann Berechtigung, wenn sich für sie ein lebhafter Zwischenverkehr ergibt; freilich ist die vollständige Aufnahme eines solchen nur wieder durch eine Strassenbahn möglich. Die Lombardei liefert hiefür glänzende Beweise: von Mailand führen nach Lodi, Monza, Pavia, Treviglio und Saronno Haupt- und Strassenbahnen, welche fast parallel laufen; dicht neben der Hauptbahn von Bergamo nach Treviglio läuft eine Strassenbahn, desgleichen von Casale nach Alessandria.

Die zweite Schmalspurbahn Belgiens: Tavers-Embras in erschliesst das Thal des Flüsschens Mehaigne auf eine Länge von etwa 10 km, u. zw. im oberen Theile desselben, in ziemlich gebirgigem Terrain; hier bestanden also schon technische Gründe zur Annahme der Schmalspur. Zudem ist diese Bahn eine „Sackbahn“, der niemals Concurrenz drohen dürfte und welche wohl für alle Zeiten vom internationalen Verkehre ausgeschlossen bleiben wird.

Zu den interessantesten Ländern, die ich auf meinen Studienreisen kennen zu lernen Gelegenheit hatte, zählen die Niederlande, deren Verkehrswesen seiner Grossartigkeit und seiner eigenthümlichen Ausbildung wegen Beachtung verdient. Im Handel liegt neben der Viehzucht der Reichthum dieses Landes, das in seinem Innern weder Kohlen, noch Metalle birgt, das keine Steinbrüche besitzt und nur in einigen Gegenden die Mühe des Bauers lohnt.

Eisenbahnen, Landstrassen, Flüsse und Canäle fördern den Handel in hervorragender Weise. Namentlich ergänzen die künstlichen Wasserstrassen die natürlichen in so glücklicher Art, dass keine halbwegs bedeutende Ortschaft von diesem Verkehrswege ausgeschlossen erscheint und jede Waare nahezu direct an ihren letzten Bestimmungsort gebracht werden kann. Einerseits tief in die Nachbarländer führend, welche ihren Ueberfluss an Naturproducten, wie Eisen, Steine etc. an Holland abtreten, eröffnen sie andererseits diesen Producten und jenen des eigenen Landes den kürzesten, einfachsten und billigsten Weg zur Fahrt über's Meer. So musste schon bei der Inaugurirung des Eisenbahn-Netzes, welches durch das Gesetz vom 18. August 1860 geschaffen wurde, beachtet werden, dass neben dem Personenverkehr hauptsächlich nur der Transport von Vieh, Milch, Butter und Torf den Eisenbahnen zufallen wird. Das Hauptaugenmerk der Eisenbahn-Verwaltungen musste aber jederzeit auf die Hebung des Personenverkehrs gerichtet sein. Die grösseren Städte wurden daher in nahezu gerader Linie durch Hauptbahnen verbunden, zerstreute Dörfer und Flecke blieben abseits liegen. Diese in den Verkehr einzubeziehen, war die Aufgabe der Strassenbahnen, deren Holland gegenwärtig 514 km besitzt. 250 km, also nahezu die Hälfte hievon, sind Schmalspurbahnen, zu deren Anlage einzig und allein das Bestreben veranlasste, jede Bahn so billig zu bauen und so billig zu betreiben, als es der Verkehr nur immer gestattet. Die meisten dieser Strassenbahnen haben eine Spurweite von 1·067 m; zwei sehr kurze Linien sind mit der Spurweite von 1 m und zwei mit jener von 0·75 ausgeführt.

In Frankreich wurde die erste Localbahn mit schmaler Spurweite im Jahre 1878 eröffnet; am 31. December 1882 besass Frankreich schon 254 km schmalspuriger Localbahnen, überdies waren mehr als 200 km solcher Linien theils im Baue, theils concessionirt. Die Spurweite fast aller dieser Bahnen betrug 1 m und wurde auch für die corsischen und algerischen Bahnen mit diesem Ausmaasse festgesetzt.

Die wichtigsten der schmalspurigen Linien Frankreichs sind jene von Beaumont-Persan nach Hermes, von Anvin nach Calais, von Port-Boulet nach Chateaurault u. A. Schmalspurige Strassenbahnen besitzt Frankreich nur wenige; ich erwähne die Linie von Villiers le Bel nach Gonesse, welche 3·1 km lang ist und eine Spurweite von 1·06 m hat; es wurde übrigens von der Verwaltung dieser Bahn wiederholt in Erwägung gezogen, ob man nicht, den gesammelten Erfahrungen entsprechend, diese Spurweite auf 1 m reduciren sollte.

Die grosse Ausbildung des Netzes von Hauptbahnen in Frankreich hat das Bedürfniss nach Localbahnen lebhafter gestaltet. Laut des im Jahre 1880 erschienenen Localbahngesetzes gewährt der Staat für den Bau einer Localbahn keine Subvention; er garantirt aber im Vereine mit der concessionirenden Behörde, d. i. dem Departement oder der Commune, eine fünfpercentige Verzinsung des Anlagecapitals. Staat, Departement oder Commune haben also ein Interesse daran, dass billig gebaut und billig betrieben werde. Es hat sich nun eine Gesellschaft gebildet, „La compagnie des chemins de fer départementaux“, welche diesem Interesse entgegenzukommen verspricht, indem sie dort, wo

es die Verkehrsverhältnisse gestatten, Local- und Strassenbahnen mit 1 m Spurweite ausführen will. Sie berechnet die Baukosten dieser Bahnen pro Kilometer mit durchschnittlich 70.000 Frs.,

das sind Zinsen . . . 3500 Frs.,

hiezukommen die Be-

triebskosten . . . 2000 Frs. +  $\frac{1}{3}$  Brutto-Einnahme,

von dieser Summe . . . 5500 Frs. +  $\frac{1}{3}$  Brutto-Einnahme

kommt selbstverständlich

in Abzug die Brutto-

Einnahme,

— Brutto-Einnahme

es verbleibt also ein Betrag 5500 Frs. —  $\frac{2}{3}$  Brutto-Einnahme, welche Summe vom Staate und der concessionirenden Behörde gemeinsam pro Kilometer Bahnlinie zu bezahlen ist. Die Baukosten für einen Kilometer Hauptbahn werden mit 275.000 Frs. angenommen, so dass sich schon die Zinsen dieses Capitals allein nahezu viermal so hoch stellen; selbstverständlich wachsen auch die Betriebskosten, während die Brutto-Einnahmen sich durch die Anwendung der normalen Spurweite nicht erhöhen.

Die Schmalspurbahnen der Schweiz haben eine Gesamtlänge von 51.5 km; die Appenzeller Bahn (15 km lang), die Eisenbahn von Lausanne nach Echallens (ebenfalls 15 km lang) und die 7 km lange Rigi-Scheideck-Bahn besitzen 1 m Spurweite; desgleichen die nach combinirtem Seil- und Zahnradsystem ausgeführte 1 km lange Seilbahn in Saillon. Die Waldenburger Bahn, welche auf der Strasse von Liestal nach Waldenburg gelegt ist, hat eine Länge von 13.5 km und eine Spurweite von 0.75 m. In Sardinien ist die Anlage eines grossen Schmalspurbahn-Netzes in einer Gesamtlänge von 314 km projectirt.

Zum Schlusse dieser kurzen Uebersicht möchte ich noch erwähnen, dass die Pferdebahn in Linz mit einer Spurweite von 0.9 m, die Tramway in Serajewo mit einer solchen von 0.76 m und jene in Chemnitz in Sachsen, sowie jene in Braunschweig, Halle und Mainz mit einer solchen von 1 m erbaut sind. Bei Strassenbahnen in Städten verdient die Schmalspur eine viel grössere Beachtung, als man ihr gegenwärtig schenkt. Auf solche Bahnen findet ja doch nur in den seltensten Fällen ein Uebergang der Wagen normalspuriger Hauptbahnen statt; durch die Schmalspur erhalten sie eine grössere, omnibusartige Accomodationsfähigkeit an den Strassenverkehr; dieser selbst wird weniger beschränkt, da die Betriebsmittel schmäler, überhaupt kleiner sind; das geringere Bruttogewicht der Waggonen vermindert die sonst nothwendige Zugkraft; es ist ferner auch erforderlich bei gleicher Ausnützung des Raumes mehr Wagen in Verkehr zu setzen, es wird also dem Bedürfnisse des Publicums besser entsprochen, als dies bei den grossen Wagen normalspuriger Strassenbahnen in Städten möglich ist.

Wenn in einem bestimmten Falle zwischen Normal- oder Schmalspur entschieden werden soll, so ist sowohl die technische, wie die commercielle Seite der Frage in's Auge zu fassen. Beide nehmen einen gleich wichtigen Einfluss auf die Wahl der Spurweite und da sich gerade diese bei Bahnen, die nur localen Bedürfnissen genügen, je nach den örtlichen Verhältnissen, überaus mannigfaltig gestalten

können, so ist es wohl klar, dass nichts die Bedeutung der Schmalspurbahnen so zu beeinträchtigen im Stande wäre, als die Beschränkung der freien Wahl der Spurweite. Wenn ein Land, wie Sachsen, bei Anlage eines Netzes von Schmalspurbahnen nach einheitlichem Systeme vorgeht, so hat dies seine Berechtigung; auf einem so kleinen Flächenraum — derselbe beträgt nur 75% von jenem Nieder-Oesterreichs — sind auch die ganzen Verhältnisse mehr oder weniger einheitlich ausgebildet; es ist ferner möglich, dass die einzelnen Linien früher oder später in Verbindung kommen werden. Anders aber in ganzen Ländercomplexen, wie Oesterreich, Deutschland, Frankreich. Es liegt z. B. kein Grund vor, die Spurweite der Bosnabahn als normale Spurweite für alle Schmalspurbahnen Oesterreichs anzunehmen, also etwa eine Schmalspurbahn in Schlesien mit 0.76 m auszuführen, wenn die Verhältnisse daselbst eine etwas grössere Spurweite — etwa 1 m — als nothwendig erscheinen lassen.

Erwägen wir vorerst die technische Seite der Frage. In die „Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung“ (vom 12. Juli 1878) wurden zwei Spurweiten, und zwar von 1 m und von 0.75 m, aufgenommen, und Ausnahmen hievon als zulässig nur mit Genehmigung der Landes-Aufsichtsbehörde unter Zustimmung des Reichs-Eisenbahnamtes erklärt. Das französische Gesetz für Localbahnen und Tramways spricht ebenfalls nur von den obgenannten zwei Spurweiten. Jedenfalls sind 0.75 m und 1 m auch die Grenzen, innerhalb derer sich das Maass der Spurweite praktisch bewegen kann; und es ist nunmehr die Frage, ob die erstere Spurweite überhaupt Vortheile bezüglich der Anschmiegung der Bahn an das Terrain, der Höhe der Bau- und Betriebskosten und der Leistungsfähigkeit der Bahn gegenüber der letzteren Spurweite zu bieten vermag.

Betrachten wir zunächst die Grösse der Halbmesser, welche in Anwendung kommen können, denn durch sie wird die Anpassungsfähigkeit der Bahn, welche als das wichtigste Erforderniss für Nebenbahnen erscheint, neben der anwendbaren grössten Steigung bedingt. Nachdem diese letztere jedoch von der Spurweite vollkommen unabhängig ist, so wird in jener Frage, welche uns hier beschäftigt, die Grösse des Halbmessers der einzige entscheidende Factor.

Wir begegnen nun hinsichtlich der Halbmesser bei den ausgeführten Schmalspurbahnen, selbst wenn wir nur die hervorragendsten betrachten, grossen Verschiedenheiten. Wir finden z. B. in Italien und in den Niederlanden selbst bei normaler Spurweite Halbmesser von 20 und 15 m angewendet; bei den Schmalspurbahnen des letzteren Landes gehören solche Radien überhaupt nicht zu den Seltenheiten. Ich sehe jedoch bei den nachfolgenden Betrachtungen von diesen ungewöhnlichen Radien ab und lege nur jene zu Grunde, welche bei ausgeführten Bahnen als normale anzusehen sind. Wir finden bei der Spurweite von 0.75 bis 1.0 m: bei der Bosnabahn den Minimalradius von 50 m; denselben besitzt auch die Montanbahn von Rostoken nach Marksdorf; auch die kgl. sächsische Eisenbahnverwaltung geht unter 50 m Radius nicht herab. Und selbst dieser Halb-

messer wurde nur bei den Linien Wilkau-Kirchberg und Hainsberg-Kipsdorf angewendet, während bei Radebeul-Radeburg und Döbeln-Oschatz Curven mit 75 m, und bei Klotzsche-Königsbrück, sowie Zittau-Markersdorf solche mit 100 m Halbmesser als die schärfsten Curven erscheinen. Die „Bahnordnung für bayerische Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung“ gestattet für diese Spurweite ebenfalls keine kleineren Radien als 50 m. Die Brühlthalbahn (0 80 m Spurweite) hat Halbmesser von 45·2 m, während bei der Ocholt-Westersteder Bahn, wo kein Grund vorlag, so kleine Radien anzuwenden, in freier Strecke nur Curven mit 250 m Halbmesser vorkommen.

Bezüglich der Bahnen von etwa 1 m Spurweite zeigen sich folgende Verhältnisse: Die Montanbahn Reschitz-Moravitz (0·948 m Spurweite) wurde mit dem Minimalradius von 50 m angelegt; bei der elektrischen Bahn Mödling-Hinterbrühl (1 m Spurweite) ging man bis auf 30 m herab. Die Feldbahn (1 m Spurweite) hat Radien von 100 m und nur eine einzige 30 m lange Curve ist mit einem Halbmesser von 58 m ausgeführt. In Baiern sind laut obgenannter „Bahnordnung“ bei 1 m Spurweite Halbmesser unter 70 m nicht gestattet. Das Local- und Strassenbahngesetz in Frankreich berücksichtigt bei Schmalspurbahnen bezüglich der Halbmesser keinen Unterschied der Spurweite und gestattet allgemein noch Halbmesser von 40 m.

In der „Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung“ heisst es einfach:

„Der Krümmungs-Halbmesser auf freier Strecke soll bei Bahnen mit normaler Spur nicht kleiner als 100 m und bei Bahnen mit schmaler Spur ein der Spurweite angemessener sein.“

Sehen wir demnach den Radius von 100 m als denjenigen an, welcher bei normalspurigen Bahnen untergeordneter Bedeutung an der Grenze der Betriebssicherheit und der zulässigen Widerstandsvermehrung in der Curve steht, so haben wir für die Spurweite von 1 m und 0 75 m jene Minimal-Halbmesser zu wählen, durch deren Anwendung bei Berücksichtigung der kleineren Achsenstände etc. kein grösserer Widerstand hervorgerufen und kein kleinerer Sicherheits-Coefficient erhalten wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erscheint umso schwieriger, als über die Widerstände der Fahrzeuge auf Bahnen verschiedener Spurweiten bisher noch keine praktischen Erfahrungen vorliegen, welche als Grundlage für diesbezügliche Vergleiche gelten könnten. Auf den sächsischen Schmalspurbahnen wurden allerdings Versuche über die Zugwiderstände in der Geraden und in der Curve durchgeführt; die Resultate können aber nicht als normale angesehen werden, da zur Zeit der in Rede stehenden Experimente die Consolidirung des Unter- und Oberbaues noch keine entsprechende war.

Es sind auch von verschiedenen Autoren Zahlenformeln über die Widerstände, welche die Fahrzeuge schmalspuriger Bahnen bei ihrer Bewegung erleiden, aufgestellt worden; dieselben müssen jedoch mit Vorsicht aufgenommen werden, da sie oft mit der ganz bestimmten Absicht entwickelt sind,

den Vorzug der einen, vom Autor protegirten Spurweite gegenüber einer anderen zu beweisen.

Wenn wir, um eine Basis für unsere Vergleiche zu erhalten, die Frage zuerst rein theoretisch und allgemein auffassen, so ergibt sich, indem wir mit

$P$  das Gewicht des Wagenkörpers sammt Nutzlast in Kilogramm,

$p$  „ „ „ Räderystems in Kilogramm,

$\rho$  den Halbmesser des Achsschenkels in Meter,

$r$  „ „ „ der Räder in Meter,

$F$  die grösste Stirnfläche des Zuges, gegen welche ein Luftwiderstand ausgeübt wird, in Quadrat-Meter,

$V$  die Geschwindigkeit des Zuges in Kilometer pro Stunde,

$f$  und  $f_1$  die bezüglichen Coëfficienten für rollende und Zapfenreibung bezeichnen, als Widerstand auf gerader horizontaler Bahn bekanntlich:

$$W_g = f \cdot \frac{p}{r} P + f_1 \cdot \frac{P+p}{r} + 0.005064 F V^2,$$

herrührend von der rollenden und Zapfenreibung, sowie von dem Luftwiderstande. Hiezu kommt noch die Grösse jenes Widerstandes, welchen die Unebenheiten der Bahn erzeugen, nämlich:

$$W'_g = \frac{a^2 V^2}{r^2 e \cdot 2g} \cdot p_1 \text{ pro Achse,}$$

worin  $a$  den Zwischenraum an den Schienenstössen,  $e$  die Länge der Schienen und  $p_1$  das nicht abgefederte Gewicht der Achsen und Räder bezeichnet.

Die rollende Reibung, die Zapfenreibung, sowie der Widerstand in Folge Unebenheiten der Bahn sind Functionen des Radhalbmessers, welcher der einzige Factor ist, der bei den in Rede stehenden Schmalspurbahnen in seiner Grösse so differiren wird, dass er wesentlichen Einfluss auf die Widerstände ausübt. Wir finden bei den verschiedenen Schmalspurbahnen auch grosse Verschiedenheiten in dem Ausmaasse der Radhalbmesser.

Bei den normalspurigen Bahnen, bei welchen sich durch die langjährige Erfahrung ziemlich richtige Verhältnisse der einzelnen Constructionstheile der Betriebsmittel herausgebildet haben, wird der Raddurchmesser in der Regel zu zwei Drittel der Spurweite angenommen; lassen wir dieses Verhältniss vorläufig auch für die schmalspurigen Bahnen gelten, so ergibt sich der Raddurchmesser

für die Spurweite von 1 m . . .  $d$ , = rund 0·670 m und

„ „ „ „ 0·75 m . . .  $d_{,,}$  = 0·500 m;

es ist mithin

$$d_{,,} = \frac{3}{4} d.$$

Nun ist aber zu beachten, dass mit Rücksicht auf die geringe Geschwindigkeit der auf Schmalspurbahnen verkehrenden Züge das Verhältniss von Raddurchmesser und Spurweite bei den Fahrzeugen dieser Bahnen näher der Einheit gewählt werden kann und dass man auch das Verhältniss  $d_{,,} : d$ , bei dem Umstande, als die Entfernung von Mitte des Achsschenkels bis Mitte des Rades für beide Spurweiten dieselbe ist, ohne Beeinträchtigung der Stabilität viel grösser, etwa  $\frac{6}{7}$  bis  $\frac{7}{8}$  annehmen darf. Thatsächlich finden wir in der Praxis mit wenigen Ausnahmen diese Regel befolgt.

Unter Berücksichtigung dieses Verhältnisses

$$d_{,,} = \frac{7}{8} d,$$

ergibt sich der Widerstand der rollenden und Zapfenreibung bei Bahnen mit 0.75 m Spurweite um  $\frac{1}{7}$  grösser, als jener bei Bahnen mit 1 m Spurweite; hierbei ist aber nicht in Betracht gezogen, dass bei einer den Verhältnissen angepassten Construction der Fahrbetriebsmittel sich die Grössen  $P$  und  $P+p$  für die erstere Spurweite auch kleiner als für die letztere ergeben werden, dass also die Vermehrung der in Rede stehenden Widerstände kleiner als  $\frac{1}{7}$  wird.

Wir machen demnach keine für die Spurweite von 0.75 m günstige Annahme, wenn wir jene mit 14% in Rechnung stellen. — Der Widerstand, welcher aus den Unebenheiten der Bahn resultirt, erscheint im Vergleiche zu den eben erwähnten Widerständen ziemlich unbedeutend und kann ohne wesentliche Alterirung des Resultates unberücksichtigt bleiben. Der Luftwiderstand fällt bei den Bahnen mit 0.75 m Spurweite jedoch kleiner aus, als bei jenen mit 1 m Spurweite, weil bei richtiger Construction der Fahrbetriebsmittel der für diesen Widerstand maassgebende Factor  $F$  sich viel kleiner ergibt, als für Bahnen mit 1 m Spurweite. Es wird demnach die Vermehrung des Widerstandes auf gerader horizontaler Bahn für die kleinere Spurweite gegenüber der grösseren noch geringer sein, als 14%; ich habe unter Zugrundelegung der betreffenden Normalprofile und mit Berücksichtigung ausgeführter und im Allgemeinen gelungener Wagenconstructionen Berechnungen angestellt und gefunden, dass der Widerstand in der Geraden für die Bahnen mit 0.75 m Spurweite bei Beachtung obgenannten Verhältnisses der Raddurchmesser um rund 10% grösser angenommen werden kann, als bei jenen mit 1 m Spurweite.

Wählen wir also den Durchmesser der Räder für 1 m Spurweite mit 0.875 m, für 0.75 m Spurweite mit 0.750 m, so kann bei einer Geschwindigkeit von  $V = 25$  km pro Stunde der Widerstand für jede Tonne Bruttolast bei 1 m Spurweite auf durchschnittlich 2.5 kg und bei 0.75 m Spurweite auf durchschnittlich 2.8 kg geschätzt werden.

Für die Widerstands-Vermehrung in den Curven sind die Formeln von Perdonnet und Redtenbacher die einzigen, welche allgemein gehalten, auch für die Verhältnisse bei Schmalspurbahnen eine gewisse Berechtigung besitzen.

Bezeichnen wir mit  $\varphi = \frac{1}{2}$  den Adhäsions-Coëfficienten, mit  $R$  den mittleren Curvenradius, mit  $s$  die Spurweite, mit  $l$  den Achsenstand der Fahrzeuge, mit  $h$  die Höhe des Spurkranzes, so ist, wenn die übrigen Buchstaben die früher angenommene Bedeutung haben, nach Perdonnet:

$$W_c = \frac{1000 \varphi}{R} \left[ \sqrt{\frac{s^2 + l^2}{4}} + \frac{V^2}{g} \sqrt{\frac{2 r h + h^2}{r^2}} \right] \text{ kg};$$

nach Redtenbacher:

$$W_c = 1000 \varphi \cdot \frac{s + l}{R} \text{ kg}.$$

Der Einfachheit halber und da ich der Ansicht bin, dass in Perdonnet's Formel der Spurkranzhöhe wohl ein zu grosser Einfluss beigelegt wird, acceptire ich für die weiteren Berechnungen Redtenbacher's Formel, welche

bei Normalspur erfahrungsgemäss mit der Praxis genügend übereinstimmende Werthe gibt.

Der Achsenstand  $l$  der Fahrzeuge ist eine Function der Spurweite. Hallbauer hat bei der Normalspur die Formel

$$l = 0.28 \sqrt{R}$$

hiefür angegeben.

Für die Schmalspurbahnen folgert Heusinger von Waldegg aus einer Reihe ausgeführter, mustergiltiger Constructionen die empirische Formel:

$$l = 0.2 s \sqrt{R}.$$

Setzen wir diesen Ausdruck in Redtenbacher's Formel ein, so erhalten wir:

$$W_c = 1000 \varphi \cdot \frac{1 + 0.2 \sqrt{R}}{R} s.$$

Bei dem Radius von 100 m, welcher für die Normalspur als Minimalradius angenommen ist, ergibt sich auf normalspuriger Bahn ein Curvenwiderstand

$$W_c = 6 \text{ kg}$$

Denselben Widerstand bietet nach obiger Formel bei der Spurweite von 1 m eine Curve von 61 m Halbmesser und bei der Spurweite von 0.75 m eine Curve von 41 m Halbmesser. Nun aber ist der Halbmesser von 100 m bei normalspurigen Localbahnen mit Rücksicht auf den kleinsten Achsenstand, welcher bei guter Wagenconstruction zulässig ist, unbedingt schon als die äusserste Grenze in dieser Beziehung anzusehen. Wenn auch bei normalspurigen Dampftramways Curven mit 20 und 15 m Radius Anwendung finden, so ist damit einfach bewiesen, dass die Durchfahrung solcher Curven möglich, aber noch nicht bewiesen, dass sie rationell ist. Ich glaube, man sollte mit Rücksicht auf die Erhaltungskosten des Oberbaues und der Fahrbetriebsmittel bei einer Spurweite von 0.75 m keine kleineren Krümmungshalbmesser als solche von 50 m anwenden — Halbmesser, unter welche man auch in der Praxis bei rationell construirten Bahnen, soweit dies irgend möglich, nicht herabgeht.

Darnach würde sich bei einer Spurweite von 1 m, mit Rücksicht auf den etwas geringeren Widerstand in gerader Bahn, ein gleichwerthiger Halbmesser von 70 m ergeben.

Ein gleiches Resultat liefern jene Formeln, welche in „Des Ingenieur's Taschenbuch, herausgegeben von dem Verein ‚Hütte‘, 12. Auflage“, zu finden sind und lauten:

$$\text{Für die Spurweite von 1 m} \quad W_c = \frac{475}{R - 20} \text{ kg}$$

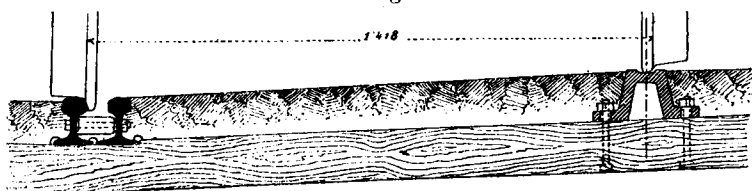
$$\text{„ „ „ „ 0.75 m} \quad W_c = \frac{370}{R - 10} \text{ kg}$$

Auch die bezüglichlichen Vorschriften für die Secundärbahnen Baierns stimmen mit vorstehenden Resultaten überein. Aus diesen Betrachtungen darf, entgegen jenen Anschauungen, welche der Spurweite nur einen verschwindend kleinen Einfluss auf den Curvenwiderstand einräumen, wohl gefolgert werden, dass sich bei Bahnlinien mit Krümmungen von sehr kleinen Halbmessern die Wahl der Spurweite von 0.75 m empfiehlt, weil der Widerstand in der Curve bei Verringerung der Spurweite in weit grösserem Verhältnisse abnimmt, als jener in der Geraden wächst, und dass Halbmesser von 70 m

rücksichtlich eines entsprechenden Achsenstandes für die Spurweite von 1 m überhaupt als Minimalhalbmesser zu betrachten sind.

Bei der Dampftramway in Brünn, welche mit normaler Spurweite angelegt ist, wurde ein anderer Weg eingeschlagen, um Curven, deren Halbmesser dem Achsenstande der Fahrzeuge nicht entspricht, durchfahren zu können: die äussere Schiene der Bögen ist nämlich eine Flachschiene, auf welcher das Rad mit seinem Spurkranz aufläuft. (Fig. 1.) Diese Erfindung wurde — wie Steinle in seinem 1848 erschienenen „technischen Handbuche des Eisenbahnwesens“ mittheilt — bereits im Jahre 1831 dem Amerikaner James Stimpson patentirt und ist in Amerika auch wiederholt angewendet worden.

Fig. 1.



Ich möchte noch einige Worte bezüglich Spurerweiterung und Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in Curven sagen.

Die Spurerweiterung soll den leichten Gang der Fahrzeuge durch die Curven ermöglichen; eine zu geringe Spurerweiterung erhöht wesentlich den Widerstand, während eine zu gross gewählte Erweiterung jenen Winkel, unter welchem das auf der äusseren Schiene laufende Vorderrad diese zu überspringen sucht, derart vergrössert, dass die Gefahr der Entgleisung sich steigert.

Die Formel

$$e = \frac{l \cdot \sqrt{2r \cdot h}}{R}$$

worin  $e$  die Spurerweiterung,  $l$  den Achsenstand,  $r$  den Radhalbmesser,  $h$  die Spurkranzhöhe und  $R$  den Curvenradius bezeichnen, gibt entsprechende Werthe für die Spurerweiterung, falls die Bahn von zweiachsigen Fahrzeugen befahren wird. Als grösste noch zulässige Spurerweiterung bei Schmalspurbahnen hat sich in der Praxis  $e = 20 \text{ mm}$  ergeben. Bei der Feldbahn zum Beispiel war man anfangs bei dem Halbmesser von  $R = 100 \text{ m}$  bis auf  $30 \text{ mm}$  gegangen, reducirte dieses Maass aber auf  $20 \text{ mm}$ , da man als Ursache wiederholt vorgekommener Entgleisungen die zu grosse Spurerweiterung ansehen musste. Bei den mit 1 m Spurweite projectirten corsischen Bahnen sollen folgende Erweiterungen in Anwendung kommen: für den

Curvenhalbmesser  $R = 100 - 150 \text{ d. Spurerweiterung } e = 20 \text{ mm}$

"  $R = 150 - 300$  "  $e = 15$  "

"  $R = 300 - 450$  "  $e = 10$  "

Für die sächsischen Schmalspurbahnen gelten bei einer Radreifenbreite von 110 mm nachstehende praktisch erprobte Normen:

Curvenhalbmesser	Spurerweiterung
50—75 m	20 mm
75—100 "	15 "
100—150 "	10 "
150—200 "	5 "

Für die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in den Curven hat Redtenbacher die Formel

$$h = s \cdot \left( \frac{v^2}{g R} + f - n - \frac{r}{K} \right)$$

angegeben, worin mit  $n$  die Conicität der Räder, mit  $v$  die Geschwindigkeit pro Sec. in M. bezeichnet ist und die übrigen Buchstaben die frühere Bedeutung haben. Doch gibt die gewöhnliche, nur mit Berücksichtigung der Fliehkraft berechnete, einfachere Formel

$$h = s \cdot \frac{v^2}{g R}$$

für die Praxis genügende Werthe.

Wir erhalten nach derselben z. B.

$$\text{für } v = 7 \text{ m und } s = 1 \text{ m, } h = \frac{5000}{R} \text{ in Millimeter}$$

$$\text{und } v = 7 \text{ m, } s = 0.75 \text{ m, } h = \frac{3750}{R} \text{ "}$$

Bei den sächsischen Schmalspurbahnen wurden mit Rücksicht auf die Geschwindigkeit von 20 km pro Stunde die Ueberhöhungen auf Grund der Formel

$$h = \frac{2400}{R} \text{ in Millimeter}$$

ausgeführt, also für

$$R = 50 \text{ m mit } h = 48 \text{ mm}$$

$$R = 75 \text{ " " } h = 36 \text{ "}$$

$$R = 100 \text{ " " } h = 24 \text{ "}$$

$$R = 150 \text{ " " } h = 18 \text{ "}$$

$$R = 200 \text{ " " } h = 12 \text{ "}$$

angenommen.

Dabei gilt als Vorschrift, dass die Fahrgeschwindigkeit in jenen Curven, in welchen die innere Schiene in Folge zu starker Ueberhöhung nach aussen neigen würde, entsprechend ermässigt werden muss, um eine geringere Ueberhöhung anwenden zu können. Für die Hauptbahnen Sachsens, auf welchen die Ueberhöhung nicht mehr als 94 mm betragen darf, gilt dieselbe Verordnung. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, dass die Neigung der Schienen nach Innen bei den Haupt- und Schmalspurbahnen Sachsens  $\frac{1}{16}$  beträgt.

Die Feldbahn war anfangs mit Geleiseüberhöhungen von 100 mm in den Curven der kleinsten Halbmesser ausgeführt; diese bedeutenden Ueberhöhungen hatten eine wesentliche Entlastung der äusseren Räder zur Folge, so dass die Reibung zwischen Spurkranz und Schiene jene zwischen Radkranz und Schiene überwog und ein Auflaufen des Rades auf die Schiene stattfand. Man sah sich daher zur Reduction dieser Maasse genöthigt.

Die Normalien der schweizerischen Localbahnen bestimmen die Ueberhöhungen für Bahnen von 1 m Spurweite nach der Formel

$$h = \frac{5200}{R} \text{ in Millimeter,}$$

legen derselben also eine Maximalgeschwindigkeit von 26 km zu Grunde, wenden jedoch nur Minimalradien von 80 m an, so dass die grösste Ueberhöhung 65 mm beträgt.

Für die corsischen Schmalspurbahnen wird die Ueberhöhung nach der Formel

$$h = \frac{15000}{R} \text{ in Millimeter}$$

berechnet, es ergibt sich demnach für

Curvenhalbmesser	$R = 100 \text{ m}$	$h = 150 \text{ mm}$
"	$R = 150 \text{ m}$	$h = 100 \text{ m}$
"	$R = 200 \text{ m}$	$h = 75 \text{ m}$
"	$R = 250 \text{ m}$	$h = 60 \text{ m}$
"	$R = 300 \text{ m}$	$h = 50 \text{ m}$

Die Ueberhöhung von 150 mm ist ohne Zweifel gefährlich für die Betriebs-Sicherheit, weil die Entlastung der äusseren Wagenräder zu bedeutend wird und ein Aufsteigen des äusseren vorderen Rades auf die Schiene leicht stattfinden kann. Aus diesem Grunde würde es sich empfehlen, 100 mm als Maximal-Ueberhöhung anzunehmen und die ohnehin grosse Geschwindigkeit von 45 km, für welche die obige Formel berechnet erscheint, in Curven mit so kleinem Halbmesser auf 35 km zu ermässigen.

Fig. 2.

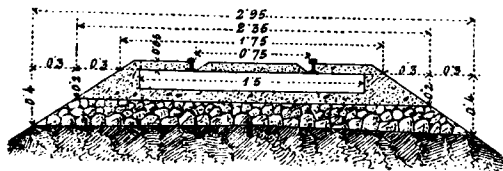
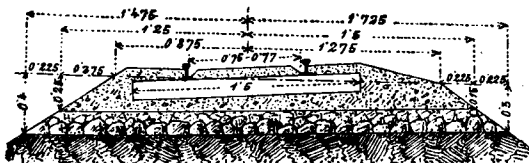


Fig. 3.



Bezüglich der Frage, in welcher Weise die Unterbaukosten durch die grössere oder kleinere Spurweite beeinflusst werden, haben wir in erster Linie die Breite des Schotterbettes in der Horizontalebene der Schienenunterkante in's Auge zu fassen. Es handelt sich nämlich darum, welche Schotterbettbreite ausserhalb des Geleises noch hinreichenden Widerstand gegen die seitlichen Pressungen beim Betriebe und die erforderliche Sicherheit bei kleinen Defecten durch Elementar-Ereignisse bietet. Freiherr von Weber hat hiefür eine Breite von 1 m für nothwendig erachtet, so dass eine Bahn mit 1 m Spur eine Kronenbreite von 3 m und eine Bahn mit 0.75 m eine solche von 2.75 m erhalten würde und bei Anwendung der letzteren Spur gegenüber der ersteren eine Ersparniss an Grunderwerb von 81/4% erreicht wäre, falls sich die Bahn beständig im Niveau des Terrains hinzieht. Je höher die Dämme und je tiefer die Einschnitte werden, umso geringer wird natürlich dieser Procentsatz. Die Erdbewegung vermindert sich um  $(\frac{1}{4} h) m^2$  in jedem Profile, wenn  $h$  die Höhe des Dammes, beziehungsweise die Tiefe des Einschnittes vorstellt.

Weber ist in seiner Forderung unter dem Einflusse der diesbezüglichen Vorschriften für normalspurige Hauptbahnen jedenfalls zu weit gegangen. Wir finden bei den älteren Bahnen von 1 m Spurweite allerdings keine Kronen-

breiten unter 3 m; die neueren Bahnen haben dagegen weit kleinere Maasse angenommen. Die Feldbahn hat wohl eine fictive Kronenbreite von 3 m; die thatsächliche Breite des Schotterbettes in der Schienen-Unterkante beträgt jedoch nur 2.3 m, d. i.  $(s + 1.3) m$ .

Die Schmalspurbahn von Reschitza nach Moravitz hat bei einer Spurweite von 0.948 m eine Schotterbettbreite von 2.05 m, d. i. je 0.551 m ausserhalb des Geleises. Bei der Montanbahn Rostoken-Marksdorf hat das Schotterbett eine Breite von 2.0 m; es überragt also das Geleise auf jeder Seite um 0.625 m. Die Schmalspurbahn Ocholt-Westerstede und die sächsischen Schmalspurbahnen (Fig. 2) haben die Breite des Schotterbettes noch um ein Bedeutendes reducirt; dieselbe beträgt hier nur 1.75 m, also 0.50 m auf jeder Seite des Geleises. Nur in den Curven (Fig. 3) ist dieses Maass an der äusseren Seite entsprechend grösser. Fig. 4 und 5 zeigen die Normalprofile der Bahn Tavers-Embresin. Die wiederholt erwähnten „Grundzüge“ fordern, dass „die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten

Fig. 4.

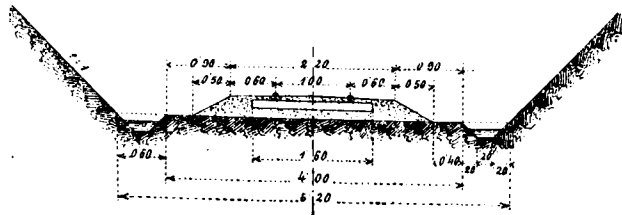
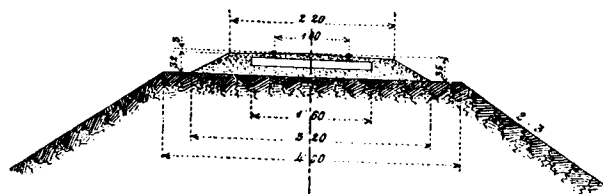


Fig. 5.



Linie bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien nicht weniger als das 2 1/2 fache der Spurweite betrage“.

Mit Rücksicht auf das geringe Bruttogewicht der Züge der Schmalspurbahnen und auf die geringe Geschwindigkeit, mit welcher dieselben über die Schienen sich bewegen, erscheint das Maass von 0.5 m für die Schotterbettbreite ausserhalb des Geleises als hinreichend. Die Verschiebungen, welche die Schwellen in ihrer Längsrichtung erleiden, sind ja erfahrungsgemäss überhaupt nicht wesentliche und ein Schotterbett, wie es die sächsischen Schmalspurbahnen besitzen, gewährt jedenfalls noch eine entsprechend solide Lagerung der Schwellen. Die Breite der Dämme selbst wird allerdings in hohem Grade durch die Bodenbeschaffenheit beeinflusst, so dass in einem gegebenen Falle das Dammprofil für die schmalere Spurweite nicht kleiner gehalten werden kann, als für die breitere. Dagegen gestattet die Anwendung der Spur von 0.75 m in Folge der schärferen Curven ein innigeres Anschmiegen an das Terrain, so dass die Höhe der Dämme und die Tiefe der Einschnitte geringere Dimensionen erhalten. Durch diese Umstände kann nun wieder eine Verkleinerung des Dammprofiles auch bei schlechtem Materiale und ungünstiger Bodenbeschaffenheit zulässig werden.

Nehmen wir die Kronenbreite der Bahnen mit 1 m Spurweite zu 2 m und die Kronenbreite der Bahnen mit 0.75 m



Spurweite zu  $1.75\text{ m}$  an, so ergibt sich als bedeutendste Ersparniss an Grunderwerb, welche überhaupt eintreten kann, eine solche von  $12\%$ .

Wenn eine Schmalspurbahn keinen eigenen Bahnkörper besitzt, sondern auf einer bestehenden Strasse hinläuft, so entfällt hier selbstverständlich die Frage des Grunderwerbs. Dagegen ist für die Strassenbenützung gewöhnlich ein Zins zu bezahlen, auf dessen Grösse die Spurweite kaum Einfluss nehmen dürfte. Diese letztere ist aber insofern nicht ohne Bedeutung, als bei kleineren Spurweiten — wie schon erwähnt — die Betriebsmittel schmaler sind, also der freie Raum für die Bewegung der Strassenfuhrwerke durch sie weniger beschränkt wird. Innerhalb der Städte oder grösserer Ortschaften, ja selbst innerhalb von Dörfern, wie ich in Deutschland und in Italien gesehen habe, wird meistens eine Pflasterung zwischen den beiden Schienensträngen gefordert; in solchen Fällen bedeutet die Anwendung der kleineren Spurweite eine Verminderung der zu pflasternden Fläche um  $25\%$  — gewiss ein nicht zu unterschätzender Gewinn.

Die Erdarbeiten werden im Allgemeinen, wie ich schon andeutete, zufolge der schmälere Kronenbreite und der intensiveren Anschmiegung an das Terrain bei Bahnen von  $0.75\text{ m}$  Spurweite geringer ausfallen, als bei Bahnen mit  $1\text{ m}$  Spurweite. Freilich ist hier die Bodengestaltung von hervorragendem Einflusse und namentlich bei Führung der Trace an Berglehnen kann der Fall eintreten, dass auch eine geringe Vergrösserung der Kronenbreite nicht unbedeutende Erdarbeiten zur Folge hat.

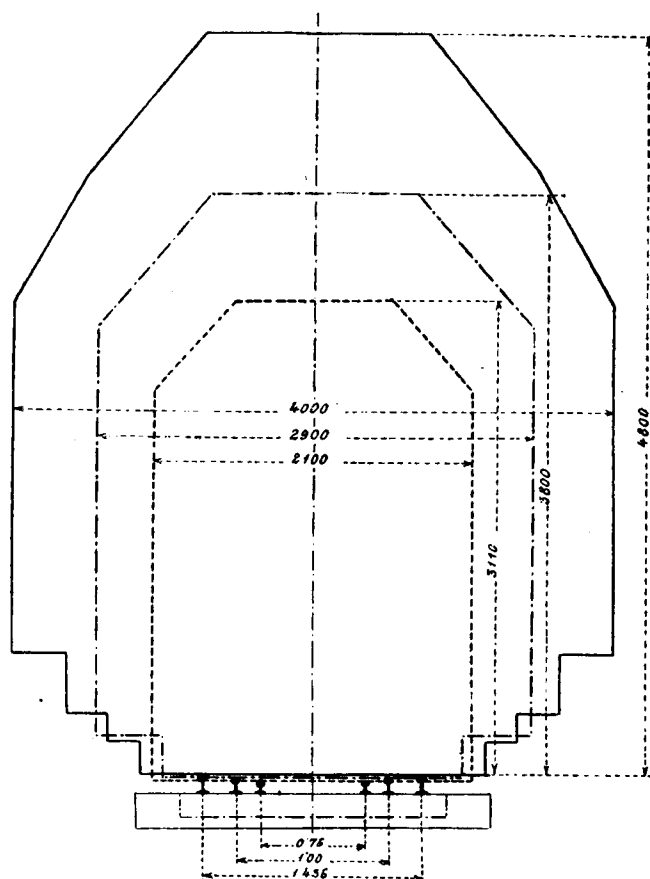
Bei den Kunstbauten gestaltet sich eine allgemeine Vergleichung wegen der mannigfaltigen Verhältnisse, welche hier auftreten und Einfluss nehmen, sehr schwierig und dürfte doch kaum zu einem bestimmten, allgemein giltigen Resultat führen. Die Objecte, welche bei Schmalspurbahnen vorkommen, werden in den meisten Fällen überhaupt nur die Ueberschreitung kleiner Wasserläufe oder grösserer Bäche betreffen. Strassenüberbrückungen wird man vermeiden, da Niveau-Uebergänge bei der geringen Geschwindigkeit der Züge ohne Bedenken zur Anwendung kommen können; auch die Uebersetzung grosser schiffbarer Flüsse wird bei der Natur der Schmalspurbahnen zu den grössten Seltenheiten gehören und wird man in solchen Fällen trachten, bestehende Strassen- oder Eisenbahnbrücken benützen zu können.

Durch die Thatsache, dass bei einer Spurweite von  $0.75\text{ m}$  schärfere Curven zulässig sind, als bei einer solchen von  $1\text{ m}$ , wird es mitunter möglich sein, Wasserläufe an verhältnissmässig günstigeren Punkten zu übersetzen, als mit einer Bahn von  $1\text{ m}$  Spurweite und auf diese Weise Brücken in scharfen Bögen, in starken Steigungen, unter spitzen Winkeln, welche Umstände die Constructionen erschweren und vertheuern, zu vermeiden und mitunter auch die Höhe der Objecte und die Stützweite zu reduciren. Ob solche Vortheile erreichbar sind, lässt sich eben nur von Fall zu Fall entscheiden.

Einen bestimmten Einfluss nimmt die Spurweite auf die Breite der Objecte, welche um das Maass von  $25\text{ cm}$  schmaler ausgeführt werden können. Hier kommt nun

auch mit Rücksicht auf die Anordnung der Geländer bei steinernen und eisernen Brücken und auf die Entfernung der Hauptträger bei Eisenbrücken mit tiefliegender Fahrbahn das Normalprofil des lichten Raumes in Frage. Dasselbe hat bei der Schmalspurbahn Ocholt-Westerstede, sowie bei den sächsischen Schmalspurbahnen eine Maximalbreite von  $2.1\text{ m}$ , bei der Feldabahn und der Reschitza-Moravitz-Bahn eine solche von  $2.9\text{ m}$  und bei normalspurigen Bahnen eine solche von  $4\text{ m}$ ; es kann also  $2.8$ — $2.9$  mal so breit, als das Maass der Spurweite beträgt, gewählt werden. (Fig. 6.) Ob-

Fig. 6.



jecte, auf deren Breite also das Normalprofil des lichten Raumes wesentlichen Einfluss nimmt, können um ca.  $0.8\text{ m}$  schmaler gehalten werden, wenn man statt  $1\text{ m}$  Spurweite jene von  $0.75\text{ m}$  wählt.

Die Belastungen, welche den Berechnungen zu Grunde zu legen sind, dürften sich in den meisten Fällen gleich bleiben. Allerdings sind die Wagen der Bahnen mit  $0.75\text{ m}$  Spurweite verhältnissmässig leichter, als jene mit  $1\text{ m}$  Spurweite; aber das Locomotivgewicht wird durch die Spurweite viel weniger, als durch die Steigungen und Curven bedingt. Man wird Bahnen von  $0.75\text{ m}$  Spurweite nur dann zur Ausführung bringen, wenn überhaupt geringere Massen zum Transporte gelangen — demzufolge werden auch die Züge geringeres Bruttogewicht besitzen und könnten die Locomotiven bei den gleichen Maximalsteigungen ein kleineres Adhäsionsgewicht erhalten; diese Differenz erscheint jedoch nicht von grossem Einflusse. Im Gegentheile, es sind zum Beispiel die Locomotiven der sächsischen Schmalspurbahnen schwerer, als jene der Feldabahn. Es ist dies eben auch ein Factor, dessen Grösse und dessen Einfluss sich nur in bestimmten

Fällen festsetzen lässt, der also zu Vergleichen nicht wohl herangezogen werden darf.

Bei steinernen Brücken wird das gesammte Mauerwerk um 0.25 m schmaler; je höher also das Object, umso bedeutender ist der Vortheil der kleineren Spurweite. Bei eisernen Brücken können die Widerlager und die eventuellen Mittelpfeiler ebenfalls um 0.25 m schmaler aufgeführt werden.

Was die Eisenconstruction selbst anbelangt, so wird sich in ihrem Gewichte der Einfluss der geringeren Spurweite, je nach der Constructionsart selbst, mehr oder weniger bemerkbar machen. Es sind vornehmlich die Querverbindungen, welche im Gewichte leichter durchgeführt werden können und welche ihrerseits wieder die Beanspruchung der Hauptträger modificiren.

In der bekannten Formel für das Eigengewicht einfacher Balkenträger pro laufenden Meter

$$p = CL + F,$$

worin  $L$  die Spannweite der Brücke bedeutet, würde also hauptsächlich das zweite Glied  $F$ , welches das auf die Längeneinheit bezogene Gewicht der Fahrbahn sammt Quer- und Schwellenträger repräsentirt, ein kleineres werden, während das Glied  $CL$ , welches das auf die Längeneinheit reducirte Gewicht der Hauptträger vorstellt, viel weniger vermindert wird. Professor Steiner gibt in seinem „Vademecum für Bau-Ingenieure“ für Bahnen mit

$$1\text{ m Spurweite } p = 29L + 520$$

$$0.75\text{ m } p = 24L + 390$$

Ich kenne leider nicht die Provenienz dieser Formeln; ich möchte aber auf Grund verschiedener Vergleiche von ausgeführten Brücken annehmen, dass diese Formeln, welche allerdings nur zu approximativen Berechnungen dienen sollen, an und für sich zu grosse Werthe geben, dass aber auch die Differenz, welche aus denselben für das Gewicht von Brücken mit 1 m Spurweite und solchen mit 0.75 m Spurweite resultirt, in Wirklichkeit kleiner ist. \*) Immerhin dürfte sich bei Bahnen mit vielen und grösseren Objecten bei der Ausführung dieser durch Anwendung der Spurweite von 0.75 m eine Ersparniss erreichen lassen, welche bei dem Umstande, als für Schmalspurbahnen die weitgehendste Oekonomie überhaupt Grundbedingung ist, nicht als unwesentlich bezeichnet werden kann.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, einige solche Objecte ausgeführter Schmalspurbahnen vergleichend neben einander zu stellen. Die Feldbahn besitzt drei grosse Brücken zu 10, 20 und 26 m Lichtweite. Die erstere ist als Blechträger construiert, die beiden letzteren sind Fachwerkträger; die Schienen sind bei der Blechbrücke direct auf die Hauptträger, bei den Fachwerksbrücken auf die secundären Längsträger gelagert. Das Eisen dürfte hier nur mit 600 kg pro 1 cm<sup>2</sup> beansprucht werden — gewiss eine ganz unbegründete Forderung. Trotzdem stellten sich die Gewichte der Eisenconstructionen bei der

Blechbrücke . . . . . auf 4685 kg

\*) Für die Blechträgerbrücken der sächsischen Schmalspurbahnen stellt sich die in Rede stehende Formel nach meinen diesbezüglichen Rechnungen folgendermassen:

$$\text{Für Brücken unter } 10\text{ m Lichtweite } p = 28L + 142$$

$$\text{„ „ über } 10\text{ m } p = 33L + 108$$

Brücke von 20 m Lichtweite . . auf 15.689 kg

„ „ 26 „ „ . . . . . 26.436 „

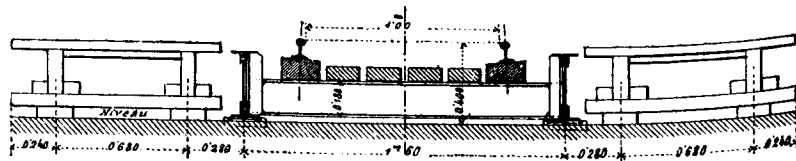
Die Kosten belaufen sich beziehungsweise auf 4410, 5680 und 13.010 Mk., d. i. durchschnittlich 412 Mk. pro 1 m Lichtweite

Die sächsische Schmalspurbahn Wilkau - Kirchberg besitzt zwei grössere Brücken, welche als continuirliche Träger über zwei Oeffnungen behandelt sind und Einzelöffnungen von 12, bezw. 17 m Stützweite aufweisen. Sie wurden mit einem Kostenaufwande von durchschnittlich 9500 Mk. pro Object hergestellt, d. i. ca. 300 Mk. pro 1 m Lichtweite.

Auf der Montanbahn Rostoken-Marksdorf und auf jener von Reschitz nach Morawitz ist bei grösseren Durchlässen mit Rücksicht auf die Billigkeit des Holzes in jenen Gegenden ausschliesslich dieses Material zur Verwendung gelangt; so befindet sich auf der letztgenannten Bahn eine Holzbrücke von 40 m Spannweite.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir erlauben, auf die von der „Compagnie des chemins de fer départementaux“ aufgestellten Typen für Blechbrücken von 2, 3 und 4 m Lichtweite hinzuweisen. (Fig. 7.) Dieselben sind für eine Spurweite

Fig. 7.



von 1 m construiert; die Schienen lagern auf Längsschwellen und diese auf gewalzten Querträgern; Längsträger und Windverstreben fehlen vollständig. Die Fusswege sind bei den kleineren Objecten unabhängig von der Eisenconstruction aus Holz hergestellt. Bei einer Spurweite von 0.75 m könnte die Entfernung der Hauptträger noch reducirt werden.

Die Kosten des Oberbaues werden sich in Folge Verminderung der Spurweite in den meisten Fällen nur bei Wahl des Querschwellen-Systems geringer stellen. Man verwendet in neuerer Zeit auf Strassenbahnen vielfach und mit Erfolg das Hartwich-System ohne Schwellen, bei welchem eine hohe breitbasige Schiene direct auf ein kleines Schotterbett gelagert wird. Für Bahnen mit eigenem Planum empfiehlt sich dessen Anwendung insofern nicht, als es einen gut consolidirten Unterbau verlangt, wie er bei einer neu ausgeführten Bahn ja doch erst nach längerer Betriebszeit vorhanden sein wird. Ein eiserner Querschwellen-Oberbau dürfte als in jeder Beziehung am vortheilhaftesten erscheinen.

Die Länge der Querschwellen, ob diese nun von Holz oder Eisen sind, soll je nach der Grösse der Spurweite nicht unter das 1.7—2.0fache der letzteren betragen.

Es sind z. B. die hölzernen Schwellen der Feldbahn bei einem Querschnitte von  $\frac{130}{200}$ , 1.75 m lang; jene der Bahn Reschitz-Morawitz bei einem Querschnitte von  $\frac{100}{150}$ , 1.65 m, jene der sächsischen Schmalspurbahnen bei einem solchen von  $\frac{130}{170}$ , 1.5 m lang etc. 1.5 m ist die gebräuchliche Schwellen-

länge für Bahnen von 0.75 m Spurweite, nur die Bahn von Ocholt nach Westerstede ist bis auf 1.33 m herabgegangen. Die elektrische Bahn Mödling-Hinterbrühl und die „Compagnie de chemins de fer départementaux“ verwenden für die Spurweite von 1 m sogar Schwellen von nur 1.6 m Länge, was bei 0.75 m Spurweite einer Schwellenlänge von 1.2 m entsprechen würde. Dagegen ist freilich stets im Auge zu behalten, dass die Schwellen den auf sie ausgeübten Druck auf den Boden vertheilen sollen und sich also ein gewisses Minimum für die Grundflächen der Schwellen ergeben wird. Auch darf mit Rücksicht auf das leichte Spalten der Schwellen beim Nageln das ausserhalb des Geleises liegende Stück nicht zu kurz sein. Schienengewicht, Schienenprofil und Schwellenentfernung sind selbstverständlich von der Spurweite unabhängig.

Bezüglich der Gesamt-Baukosten schmalspuriger Bahnen rücksichtlich der Grösse ihrer Spurweite von 0.75 m und 1.0 m sind wiederholt Vergleiche in Zahlen durchgeführt worden. So berechnet — um einige Beispiele anzuführen — Ober-Bau-Inspector Meyer in Oldenburg („Secundärbahn-Zeitung“ 1882, Nr. 33) die Baukosten-Differenz pro 1 km mit 1000 Mk., bei Ausserachtlassung von Viaducten und Tunnels und bei Annahme gleicher Gefällsverhältnisse und Curven. Ingenieur Laistner erhält auf Grund ausführlicher Berechnungen für mittlere Verhältnisse eine Gesamt-Kostendifferenz von 6000—7000 Mk. zu Gunsten der Spur von 0.75 m gegenüber jener von 1 m.

Ich enthalte mich ähnlicher Angaben, weil mir solche Zahlen, selbst als Durchschnittswerthe, noch allzu unverlässlich und allzu dehnbar erscheinen. Die Verhältnisse bei Schmalspurbahnen sind, entsprechend dem Charakter dieser, weit mehr differirend, als bei Haupt- oder selbst normalspurigen Nebenbahnen. Ich werde noch Gelegenheit haben, zu zeigen, wie ausserordentlich verschieden die Baukosten der sächsischen Schmalspurbahnen sind, bei welchen man doch rücksichtlich des Baues nach vollständig einheitlichen Principien vorgegangen ist.

Die Frage nach der vortheilhaftesten schmalen Spurweite rücksichtlich der Baukosten lässt sich meiner Ueberszeugung nach nur von Fall zu Fall auf Grund eingehender Vorstudien gewissenhaft lösen; aber jedenfalls darf aus den gegebenen Mittheilungen und durchgeführten Betrachtungen gefolgert werden:

1. Wo die Gestaltung des Terrains oder örtliche Verhältnisse, als enge Strassen, theurer Grund und Boden etc. die Anwendung von verhältnissmässig sehr kleinen Halbmessern nothwendig erscheinen lassen, verdient die Spurweite von 0.75 m, mit Rücksicht auf den geringeren Curvenwiderstand und die grössere Schonung des Oberbaumaterials sowie der Fahrbetriebsmittel, den Vorzug gegenüber jener von 1 m.

2. Die Kosten für Grunderwerb, für Erdarbeiten, Kunstbauten, für Oberbau- und Bahnhofs-Anlagen stellen sich bei Bahnen mit 0.75 m Spurweite niedriger, als bei solchen mit 1 m Spurweite.

3. Diese Differenz in den Baukosten wächst mit der Länge der Linie und ist trotz ihres vielleicht verhältnissmässig geringen Betrages wohl in Betracht zu ziehen, weil

Schmalspurbahnen ohnehin nur dort zur Ausführung gelangen, wo ein ganz besonders ökonomischer Bau überhaupt zu den Grundbedingungen für die finanzielle Schaffung einer Eisenbahn zu zählen ist.

Ich komme nunmehr zu der Frage der Betriebsmittel, welche mit der Leistungsfähigkeit der Bahnen im innigsten Zusammenhange stehen. Noch vor zwei Jahren wurde von einem Fachmanne erklärt, dass sich eine Bahn von 0.75 m Spurweite nur für „reine Industriebahnen“ empfehle. Nun aber sehen wir an einem gelungenen Beispiele aus der Praxis, dass auch Bahnen mit solcher Spurweite berufen sind, dieselbe, nur in ihrem Umfange bescheidenere Aufgabe zu erfüllen, wie Eisenbahnen mit grösserer Spurweite. Dieses Beispiel bieten die Schmalspurbahnen Sachsens, auf die ich schon wiederholt hinzuweisen mir erlaubte.

Ich habe dieselben bei meinem längeren Aufenthalte in Sachsen gründlich kennen gelernt und ich möchte in Bezug auf sie die Worte Nördling's gebrauchen, welche er anlässlich eines Besuches der mit der Spurweite von 0.62 m erbauten Festiniogbahn in England aussprach und die dahin lauten: „Ich war auf eine Art Kinderspielzeug gefasst — ich erkläre aber, dass dieses Kinderspielzeug mich mit der grössten Ueberraschung und mit Erstaunen erfüllt hat“.

Die Locomotiven der schmalspurigen Bahnen Sachsens sind dreiaxsig gekuppelte Tenderlocomotiven von 15.55 t Dienstgewicht. Sie haben einen Cylinder-Durchmesser von  $d = 240 \text{ mm}$  und einen Kolbenhub von  $l = 380 \text{ mm}$ . Die Totalheizfläche beträgt  $30 \text{ m}^2$ , wovon  $3.4 \text{ m}^2$  auf die Feuerbüchse und  $26.6 \text{ m}^2$  auf die Heizröhren, deren Zahl 108 beträgt, entfallen; es verhält sich daher die directe Heizfläche zur indirecten wie 1:7.8, also ein sehr günstiges Verhältniss.

Für die Kohlen ist ein Raum von  $0.6 \text{ m}^3$ , für das Wasser ein solcher von  $1.5 \text{ m}^3$  reservirt. Die Locomotiven sind mit je zwei Injectoren von Straube und mit Gegenampfbremse System Lechatellier ausgerüstet.

Bei einem Dampfüberdrucke  $p = 12 \text{ Atm.}$  und einem Raddurchmesser  $D = 750 \text{ mm}$ , ergibt sich sonach eine Zugkraft:

$$Z = 0.65 \cdot \frac{p d^2 l}{D}, \text{ also rund } Z = 2300 \text{ kg.}$$

Der Radstand der Locomotiven ist 1.8 m.

Nebenbei bemerke ich, dass die Locomotiven der Rostoken-Marksdorferbahn den gleichen Radstand haben, und dass ihre mittlere Achse etwas verschiebbar ist. Die grösste Breite der sächsischen Locomotiven beträgt 1.8 m; die Locomotiven der vorher genannten Bahn sind 2 m breit.

Ich erwähne noch, dass die Locomotiven der sächsischen Schmalspurbahnen mit Dampfbläutewerken ausgerüstet sind und pro Stück 16.500 Mk. kosten; das Dampfbläutewerk allein kostet 300 Mk.; dies bezieht sich jedoch auf Läutewerke älterer Construction; die neueren Dampfbläutewerke, System Latowski, stellen sich wesentlich billiger.

Das Programm, welches für die Construction der Personen- und Güterwagen aufgestellt werden musste, enthielt zwei Punkte, deren Lösung auf einen schwer zu beseitigenden Widerspruch zu führen schien. Zur sicheren Durch-

fahrung der scharfen Curven von 50 m Halbmesser, zur Verminderung des Widerstandes in denselben, so wie der Abnutzung des rollenden Materiales und der Schienen war die Anwendung eines kleinen Radstandes unerlässlich; andererseits bedingte jedoch die Forderung geräumiger grosser Wagen, welche einen sicheren und ruhigen Gang und auch bei etwa einseitiger Belastung eine hinreichende Stabilität besitzen, einen grossen Achsenstand, um die überhängenden Massen nach Möglichkeit zu reduciren.

Diesen beiden gleich wichtigen Programmpunkten wurde man durch die Construction radial stellbarer Achsen, sog. Lenkachsen, gerecht. (Fig. 8 u. 9.) Die beiden Achsen ruhen nämlich je in einem Rahmen, der um einen Zapfen drehbar

Fig. 8.

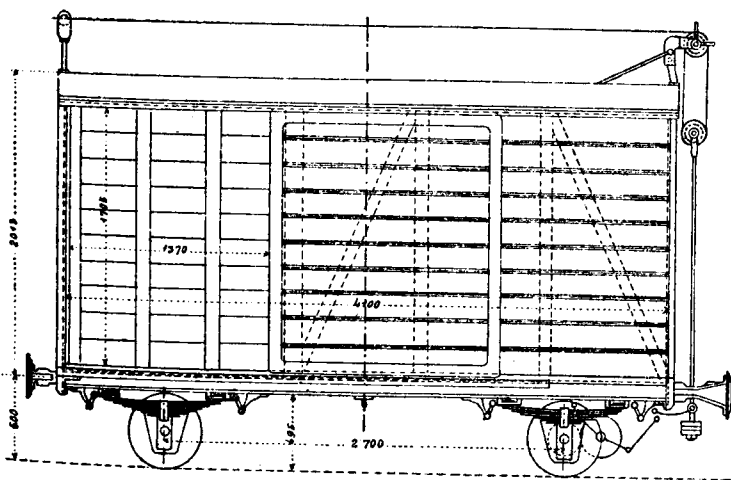
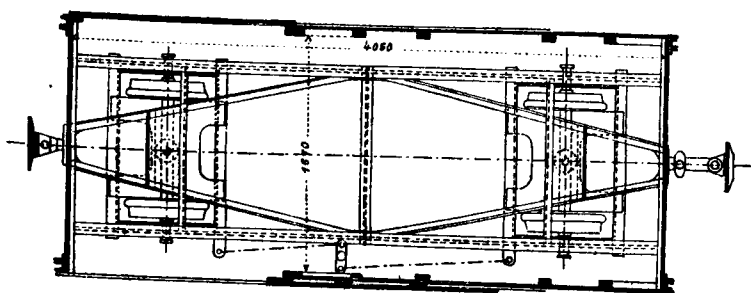


Fig. 9.



ist. Diese Achsenrahmen sind miteinander durch ein Hebelgestänge, das sich in der Mitte der Längsrichtung des Wagens um einen Fixpunkt drehen kann, derart verbunden, dass sie sich in den Curven in die Richtung der Halbmesser einstellen. Zu diesem Behufe ist aber auch eine gewisse Verschiebbarkeit der Wagenfedern erforderlich und diese Verschiebbarkeit wird durch die hebelartige Aufhängung derselben erreicht. Die Federn folgen nämlich der Verschiebung der Achsen beim Eintritte in die Curve und bewegen sich, sobald kein Bestreben zur Vor- oder Nach-eilung der Achse mehr vorhanden ist, also beim Uebergange in die gerade Linie durch das Gewicht des Wagenkastens wieder in ihre symmetrische Lage zurück.

Diese Construction verstellbarer Achsen hat sich auch auf den sächsischen Gebirgshauptbahnen, wo Curven mit 170 m Radius vorkommen, bis zu einer Geschwindigkeit von 75 km sowohl hinsichtlich der Leichtigkeit und Ruhe des Wagenganges, als auch der Schonung des rollenden

Materiales und des Oberbaues trefflich bewährt. Aus Versuchen mit derart construirten Wagen kann auf eine Verminderung des Curvenwiderstandes um 40% gegenüber jenem bei festen Achsen geschlossen werden und scheint die Achsenentfernung fast ohne Einfluss hierauf zu sein.

In Folge dieser Anordnung konnte demnach, trotz der scharfen Curven, für die Personenwagen der sächsischen Schmalspurbahnen ein Achsenstand von 3.3 m gewählt werden, so dass dieselben bei einer Länge von 5.02 m eine vorzügliche Stabilität besitzen. Zum Vergleiche erwähne ich, dass z. B. die Wagen der Feldbahn bei einem Achsenstande von nur 2.3 m nahezu 7.8 m lang sind, also weit mehr überhängende Massen aufweisen, als jene der sächsischen Schmalspurbahnen. An der einen Stirnseite jedes Wagens befindet sich eine Plattform, welche für drei Personen Raum gewährt. Je zwei solcher Wagen werden nun derart zusammengekuppelt, dass sie gleichsam einen einzigen, auf vier verstellbaren Achsen ruhenden Wagen bilden, welcher an seinen Enden Plattformen hat und zwei Coupés dritter Classe und ein Coupé zweiter Classe enthält. Zwei solche gekuppelte Wagen bieten 26 Sitzplätze dritter, 6 Sitzplätze zweiter Classe und 6 Stehplätze also Raum für 38 Personen. Mit Rücksicht auf die lichte Breite von 1.62 m wurden die Sitze in zwei Längsreihen, zwischen denen ein Mittelgang von 0.62 m Breite verbleibt, angeordnet. Die Thüren der Wagen sind zum Schieben eingerichtet, um jede Belästigung der Passagiere beim Oeffnen derselben zu vermeiden. Die lichte Höhe der Waggons erreicht nahezu 1.8 m. Das Eigengewicht eines Wagens pro Platz beträgt 106—114 kg, je nachdem derselbe ohne Bremse oder mit einer solchen ausgerüstet ist. Bei den Personenwagen der Feldbahn kommt auf den Sitzplatz eine todte Last von 171—179 kg. Die Ansicht, dass man für Bahnen von 0.75 m keine Wagen bauen könne, welche bei entsprechender Ausnützung des Raumes auch der Bequemlichkeit der Reisenden Rechnung tragen, wird durch die Wagen der sächsischen Schmalspurbahnen gründlich widerlegt. Ich muss ganz offen gestehen, dass ich auf manchen Hauptbahnen im Auslande — ich will nur Italien und Frankreich nennen — nicht so bequem gefahren bin, wie in den vollständig besetzten Coupés dieser schmalspurigen Bahnen.

Die Güterwagen sind in zwei Kategorien getheilt, in offene mit einem Achsenstande von 2.7 m und in bedeckte mit einem solchen von 3.8 m. Die ersteren haben bei einem Gewichte von 2.2 t eine Tragfähigkeit von 5 t und einen Fassungsraum von 7.0 m<sup>3</sup>; die letzteren wiegen 2.1 t und besitzen bei einem Fassungsraume von 10.85 m<sup>3</sup> ebenfalls eine Tragfähigkeit von 5 t. Die Güterwagen der Feldbahn haben dieselbe Tragfähigkeit und es besteht bei ihnen auch nahezu dasselbe Verhältniss zwischen der todten und der Nutzlast. Mit der geringeren Leistungsfähigkeit der Bahnen von 0.75 m Spurweite gegenüber jener von 1 m ist es also nicht so arg bestellt, wie man hie und da zu meinen scheint.

Es verdient hiebei hervorgehoben zu werden, dass die sächsischen Schmalspurbahnen nicht, wie die Linien Rostock-Marksdorf, Reschitz-Morawitz u. A. gleichsam nur für eine bestimmte Transportgattung erbaut wurden. Im Gegentheile, der Transport auf den sächsischen Schmalspurbahnen

umfasst alle Arten von Gütern, die überhaupt auf Bahnen befördert werden; so kommen namentlich neben Kohlen, Schafwollwaaren, Möbeln, Gusseisenwaaren, auch Nutz- und Brennholz, landwirthschaftliche Producte, Baumaterialien, landwirthschaftliche Maschinen etc. auf ihnen zur Versendung.

Es ist vielfach die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Betriebskosten schmalspuriger Bahnen verhältnissmässig höher sind, als jene normalspuriger Nebenbahnen, und dass sie umso bedeutender werden, je kleiner die Spurweite ist. Die Ursache hiefür soll in dem Umstande liegen, dass es nicht möglich sei, die todte Last in dem gleichen Verhältnisse zu vermindern, in welchem die Nutzlast bei Wahl einer kleineren Spurweite abnimmt. So lange man bei Construction der Fahrzeuge für schmalspurige Bahnen mit Aengstlichkeit die Wagen der normalspurigen Neben- und Hauptbahnen copirte, mochte die letztere Behauptung nicht allen Grundes entbehren. Sobald man sich aber von diesen Vorbildern frei macht und die Wagen für schmalspurige Bahnen unter Berücksichtigung der für leichte Constructionen günstigen Betriebsverhältnisse baut, wird es möglich sein, innerhalb der hier in Rede stehenden Grenzen für die Spurweiten, das Verhältniss der todten Last zur Nutzlast bei den Fahrzeugen der beiden Spuren zum mindesten gleich gross zu gestalten.

Die bestehenden Constructionen zu derartigen Parallelen heranzuziehen, erscheint mir nicht ganz zulässig, nachdem die Principien für dieselben noch nicht so feststehende, allgemeine und geklärte sind, wie es bei Hauptbahnen der Fall ist. Auch eine mathematische Behandlung dieser Frage ist bei der Menge von Einfluss nehmenden und nicht von vornherein durch Zahlen ausdrückbaren Factoren kaum möglich. Wenn wir aber erwägen, dass bei den bedeckten Güterwaggons die Breite und Höhe derselben, sowie das Gewicht der Achsen und Räder kleiner wird — auch bei gleicher Tragfähigkeit — und dass kein Factor eine proportionale Vergrösserung erfährt, dass ferner bei offenen Güterwägen ähnliche Verhältnisse bestehen, dann lässt sich unsere obige Behauptung ohne besondere Calcüle einsehen.

Personenwagen werden bei schmalspurigen Bahnen vorthellhaft nach dem Intercommunications-Systeme, also mit Längsgang und Längssitzen construirt, weil es den Verkehr der Conducteure mit dem Publicum erleichtert und dem letzteren möglichste Bequemlichkeit bietet. Bei diesem Systeme gewährt eine Verbreiterung der Wagen um das geringe Maass, welche der Uebergang von der Spurweite von 0.75 m zu jener von 1 m gestattet, keinen Gewinn an Sitzplätzen; es wird demnach bei der breiteren Spur ein

grösseres todes Gewicht auf den Sitzplatz entfallen, wie dies u. A. auch das oben angeführte Beispiel der sächsischen Schmalspurbahnen und der Feldabahn zeigt. Etwas anders liegen die Verhältnisse bei Anwendung des Coupé-Systemes, weil durch die Verbreiterung immerhin ein Sitz auf jeder Bank gewonnen werden kann. Das Coupé-System gestattet jedoch keine so vorthellhafte Ausnützung des Raumes, wie das Intercommunications-System.

Man darf also wohl behaupten, dass sich bei einer Bahn von 0.75 m Spurweite, soferne dieselbe an richtiger Stelle zur Anwendung kommt und die Principien der Wagenconstructionen ihrem Charakter entsprechen, die Betriebskosten zum mindesten nicht höher stellen werden, als bei einer Bahn von 1 m Spurweite.

Zum Schlusse mögen mir noch einige Worte gestattet sein über die Bau- und Betriebskosten, sowie über die Rentabilität einiger Schmalspurbahnen Sachsens, soweit mir diesbezügliche Daten zugänglich waren. Ich habe die ersteren tabellarisch zusammengestellt, um ein nach Möglichkeit übersichtliches Bild zu geben.

Bei den letzten vier Bahnen sind die Gesamt-Ausführungskosten noch nicht vollständig festgestellt. Im Allgemeinen dürften sich gegenüber den auf Grund des generellen Projectes berechneten Kosten noch Ersparnisse ergeben; da aber ein Theil der Kosten für die Anlage der Anschlussbahnhöfe zu diesen Baukosten hinzuzufügen ist, werden die schliesslich pro 1 km resultirenden Kosten von den oben angeführten nicht viel differiren. Ein Durchschnittspreis für den Bahnkilometer lässt sich schwer angeben, da die einzelnen Linien bezüglich der Erdarbeiten, Kunstbauten etc. zu verschiedenartig sind.

Zuverlässige und zu Vergleichen geeignete Daten über die Betriebs-Einnahmen und Ausgaben kann ich nur bezüglich der beiden ersteren Linien mittheilen, welche über 12 Monate im Betriebe sind.

Bei der Linie Wilkau-Saupersdorf betrugen für die Zeit vom 1. October 1883 bis letzten September 1884:

die Einnahmen . . .	82.994 Mk. oder pro 1 km 8180 Mk.
die Ausgaben . . .	54.951 " " " " 5416 "

es ergab sich demnach ein Ueberschuss von . 28.043 Mk. oder pro 1 km 2764 Mk. d. i. eine  $4\frac{1}{2}\%$ ige Verzinsung des Anlagecapitals. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Einnahmen aus dem Personen- und Frachtenverkehre nahezu gleich sind.

In dem genannten Zeitraume wurden 133.344 Personen befördert, von denen jede durchschnittlich 6.83 km, d. i. 67.3% der ganzen Bahnlänge durchfuhr; die Einnahmen pro Person und Kilometer betrugen 3.40 Pfg.,

Bahnlinie	Länge km	Maximal- Steigung	Minimal- Radius	Baukosten in Mark.		Anmerkung
				total	pro km	
1. Wilkau—Saupersdorf . . .	10.15	1 : 40	50	670.872	66.100	Für Kunstbauten 114.080, pro km 11.243
2. Hainsbg.-Kippsdorf . . .	26.07	1 : 33	50	2,077.440	41.328	" " 240.940 " " 9.242
3. Radeb.—Radeburg . . .	16.55	1 : 60	75	922.000	55.045	Lt. gen. Projectes
4. Döbeln—Oschatz . . .	30.97	1 : 60	75	1,079.000	67.130	" " "
5. Klotzsche—Königsbrunn . .	19.49	1 : 60	100	906.000	46.485	" " "
6. Zittau—Markersdorf . . .	13.52	1 : 40	100	766.000	56.657	" " "

während die Einnahmen pro Person und Kilometer auf den sächsischen Staatsbahnen überhaupt 3.44 Pfg. im gleichen Zeitabschnitte erreichten. An Gütern wurden 27.100 t befördert und zwar jede Tonne durchschnittlich 9.25 km, d. i. 91.17% der Bahnlänge.

Bei der zweiten Linie, der verhältnissmässig sehr billig erbauten Schmalspurbahn von Hainsberg nach Kippsdorf, ergab sich für die Zeit vom 1. Nov. 1883 bis 31. Oct. 1884:

Gesamt-Einnahme	136.305 Mk., d. i. pro 1 km	5225 Mk.,
Gesamt-Ausgaben	75.728     "     "     "     "	2905     "

also ein Betriebs-

Ueberschuss von 60.577 Mk., d. i. pro 1 km 2324 Mk., woraus eine 5.6% Verzinsung des Baucapitals folgt.

Auf dieser Linie überwiegt in bedeutendem Maasse der Personenverkehr; die Einnahme aus diesem ergibt allein 52% der Gesamt-Einnahme, während die Einnahme aus dem Frachtenverkehre nur 28% beträgt und der Rest sich aus Umladegebühren, Pacht- und Miethezinsen etc. zusammensetzt. Dies mag seinen Grund wohl darin haben, dass die Linie Hainsberg-Kippsdorf eines der reizendsten von Touristen viel besuchten Thäler in der Nähe Dresden's durchzieht. Im Jahre 1883 wurden auf dieser Linie 203.928 Personen und zwar jede durchschnittlich 12.11 km weit befördert und 22.448 t Güter auf je 16.1 km transportirt. Die Einnahmen pro Person und Kilometer betrugen 3.24 Pfg., also etwas weniger, als auf der Bahn von Wilkau nach Saupersdorf.

Jedenfalls zeigt die obige Zusammenstellung über Einnahmen und Ausgaben, wie ausserordentlich nothwendig es war, bei der Anlage dieser Bahnen die allergrösste Oekonomie walten zu lassen und selbst die bescheidensten Ersparnisse wohl zu beachten, um eine so hohe Rentabilität zu erzielen.

Wenn wir das Gesagte noch einmal überblicken und uns vergegenwärtigen, dass die Bahnen mit 0.75 m Spurweite in technischer und ökonomischer Beziehung nicht zu unterschätzende Vortheile bieten, dass sie ferner eine ansehnliche Leistungsfähigkeit besitzen, und dass alle jene Nachtheile, welche ihnen von mancher Seite vorgeworfen werden, in Wirklichkeit nicht bestehen, dann muss man sich unwillkürlich fragen: Warum sollen wir eine Bahn von 1 m Spurweite ausführen, wenn eine solche von 0.75 m den Verhältnissen vollkommen genügt? Das Secundärbahnwesen erfüllt seine Aufgabe nur dann im vollen Umfange, wenn es jedem einzelnen Falle sich innigst anzuschmiegen weiss. Darum ist es ein unbestrittenes Verdienst der königl. sächsischen Regierung und ihrer technischen Rathgeber, dass sie von dem vielfach als „normale Schmalspurweite“ geforderten Maasse von 1 m abgingen und ihre Localbahnen mit jener Spurweite bauen, welche den finanziellen und volkswirtschaftlichen, den industriellen und commerciellen Verhältnissen der von diesen Bahnen durchzogenen Gegenden am meisten entspricht. Das aber ist der erste und wichtigste Grundsatz für die rationelle Anlage von Bahnen untergeordneter Bedeutung.

## Die Schilderung des Bergbaues im Buche Ijôb.

Vortrag, gehalten am 31. October 1885 im österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine von Prof. Dr. W. A. Neumann.

Es war keine leichte Sache für einen Theologen, aus dem Gebiete seiner Fachwissenschaft ein Thema herauszufinden, das die Aufmerksamkeit des „Ingenieur- und Architekten-Vereines“ eine Stunde lang zu fesseln im Stande wäre. Das Buch der Bücher, die h. Schrift, bot mir, was ich suchte. Denn, abgesehen von dem religiösen Offenbarungsinhalte der Bibel, ist in ihr noch so manch' köstlicher Edelstein auch von ganz bedeutender Grösse enthalten, der allerdings verdient, in's richtige Licht gestellt zu werden, damit Alle sich seines Glanzes erfreuen. Ich habe mir folgende herrliche Verse aus dem Buch Ijôb zum Thema meines heutigen Vortrages gewählt:

### Cap. 28.

1. „Denn es gibt für's Silber einen Fundort,  
Und eine Stätte für das Gold, das man läutert.
2. Eisen wird aus dem Staube (der Erde) geholt,  
Und Gestein wird gegossen zu Kupfer.
3. Man hat ein Ende gemacht der Finsterniss,  
Und nach allen Seiten durchforscht man das höllische Gestein.
4. Man bricht einen Gang fern von allen Erdbewohnern,  
Sie schweben, sie schwanken, weg vom Fusse (des oben Stehenden),  
in die Tiefe.
5. Die Erde, die Brod erzeugt, nun wird sie durch Feuer,  
Das unten brennt, zerwühlt.
6. Ihre Steine sind des Saphirs Stätte  
Und Goldstufen enthält sie.
7. Den Weg da hinab kennt kein Aar,  
Nicht des Geiers Auge kann (jene Tiefe) durchdringen.

8. Nicht betritt ihn das stolze Wild,  
Nicht beschreitet ihn der Löwe.
9. An den Kiesel legt er seine Hand,  
Bis an die Wurzel durchwühlt er die Berge.
10. Durch die Felsen spaltet er Kanäle (יְאֵרִים)  
Und allerlei Köstliches erblickt sein Auge.
11. Dass sie nicht sickern, dämmt er Flüsse zurück,  
Und das Verborgene bringt er an's Licht.

Dann setzt der Dichter fort:

12. Aber die Weisheit, von wo erlangt man sie?  
Und was ist die Stätte der Einsicht?
13. Kein Sterblicher weiss ihren Tauschpreis,  
Und man findet sie nicht im Lande der Lebendigen.
14. Der Abgrund spricht: In mir ist sie nicht!  
Und das Meer spricht: In mir ist sie nicht!
15. Nicht lässt sich geben gediegen Gold für sie,  
Und nicht zahlen Silber als ihr Kaufgeld.
16. Nicht wird sie aufgewogen mit feinem Ophirgolde,  
Mit kostbarem Onyx und Saphir.
23. Elohim kennt den Weg zu ihr,  
Und Er, Er kennt ihre Stätte.
27. Er ersah sie und offenbarte sie (in seiner Schöpfung),  
Nahm sie zum Muster und erprobte sie auch.
28. Und sprach zum Menschen: Sieh', Fürchten den Herrn des All' ist  
Weisheit,  
Und Verstand ist: Meiden das Böse.

Nun fragen Sie: Was ist das Buch Ijôb, was will es, wie alt ist es? Das Buch Ijôb ist ein Theil der hebräischen geschriebenen Bibel, ein Buch, entstanden in der Glanzzeit



der hebräischen Dichtkunst, sagen wir etwa in der Zeit des Salomo, der viel mit Aegypten zu thun hatte und in dessen langer glänzender, des despotischen Druckes nicht entbehrender Regierung allerdings sich Zeit und Gelegenheit genug ergab, religiös-philosophische Fragen mit socialem Beigeschmack, dessen der Vorwurf des Buches Ijôb nicht entbehrt, zu erörtern. Wir kämen so in den Anfang des X. Jahrhunderts v. Ch.; sicher freilich lässt sich das nicht sagen. Nur der Anschauung, welche in einem erst vor ein paar Wochen erschienenen Buche sich findet, dass Ijôb die Personification des Judenvolkes im babylonischen Exil sei, dem dieses Buch zum Troste verfasst wurde, kann ich, so lockend die Anschauung ist, nicht beistimmen, denn der Charakter der Sprache, der mir nicht nach Babylon hinweist, sondern eher nach Aegypten,<sup>1)</sup> eine Reihe von sicher ägyptischen Schilderungen, wie die des Nilpferdes, aber auch unsere Verse, mit denen absolut nichts anzufangen ist, wenn uns Aegypten und das Ostjordanland als Schauplatz abgeschlossen werden, bestimmen mich, Rosenzweig<sup>2)</sup> nicht Recht zu geben.

Das Buch Ijôb ist ein Schatz, auf den die Gesamtmenschheit so stolz sein kann, wie auf Goethe's Faust, wie auf die Divina commedia von Dante. Die höchsten Fragen, die die antike, unerlöste Welt beschäftigten, werden im Buch Ijôb discutirt und der Lösung nahe gebracht. Es handelt sich um das Verhältniss zwischen dem moralischen Werthe des Menschen und seinem Erdenglücke. Den vom Satan geschlagenen, kranken Ijôb plagten seine Freunde mit dem versuchten Beweise, dass er diese Plage als Strafe Gottes für seine Sünden anerkennen müsse. Er ist sich keiner solchen Schuld bewusst, die mit so fürchterlicher Strafe von Gott gerächt werden müsste. Zwei Anläufe haben seine drei Freunde gegen ihn gemacht, jedem Einzelnen hat Ijôb erwidert. Der dritte Anlauf ist schwach: nur der bedeutendste Redner der drei älteren Freunde hält noch eine längere Ansprache, der zweite hat nur 6 Verse, der dritte schweigt völlig. Ijôb schickt den zweiten nicht ohne Ironie heim und nun singt er sein Epinikion, sein Siegeslied, dem unsere Verse entnommen sind und mit welchem der erste grosse Abschnitt unseres Werkes schliesst. Seine drei Freunde sind kurzsichtig, es fehlt ihnen die wahre Weisheit, die allein befähigt, Gottes Rathschlüsse zu beurtheilen. Denn allein die Natur kennen — einer der Freunde Ijôb's gehörte zu den als Weise berühmten Tāmaniten — denn die Natur der Habsucht des Menschen dienstbar machen, das ist noch lange nicht Weisheit. Weisheit, das Erkennen der letzten Gründe der Dinge, ist nicht auf Erden zu finden.

<sup>1)</sup> Das Wort für Kanal ist ägyptisch.

<sup>2)</sup> Rosenzweig, Das Jahrhundert nach dem babyl. Exil. Berlin 1885. S. 15. So gewiss die Völker des Euphrat- und Tigristhales die vier Metalle des Buches Ijôb kannten und vielfach verwendeten, so wenig sind wir jetzt in der Lage zu bestimmen, wo die Bergwerke waren, von denen sie gewonnen wurden, oder woher sie als Tribut und durch den Handel in jene Staaten gelangten. So lange aber bis diese etwa dem Dichter des Ijôb vorschwebenden Bergwerke näher zu bezeichnen sind, werden wir in der Nähe von Aegypten nach den von Ijôb beschriebenen Werken suchen. Man sehe Beck, Geschichte des Eisens, Wien 1884, I. Bd., S. 126 sq., wo auf Kurdistan (Medien) hingewiesen wird; nicht unwichtig ist, dass das Eisen eine so bedeutende Rolle gerade in diesen Ländern spielte, und dass gerade über das Eisen unser Autor fast nichts zu sagen weiss. (Beck, S. 133.)

Der Beginn der Weisheit ist wohl da, das Tau hat uns Gott hinabgereicht, zur wahren Weisheit zu kommen: die Gottesfurcht und das Meiden des Bösen. Ijôb für seine Zeit, für seine Umgebung schildert das ihm wunderbarst Scheinende, die höchste Leistung der Menschheit, die noch dazu den Grübeleien seiner Freunde analog war: es ist das Suchen nach den Edelmetallen, das Bearbeiten derselben.<sup>1)</sup> So, sagt er, kommt man aber doch nicht zur Weisheit, denn dort ist sie nicht zu finden, nur Gott allein besitzt sie.

Nun ich den Zusammenhang des ganzen Capitels anschaulich gemacht, will ich die Verse erklären mit Hilfe der alten Schriftsteller Agatharchides (ca. 160 v. Ch.), Diodorus Siculus<sup>2)</sup> und Plinius; dann an der Hand der fachmännischen Bemerkungen v. Veltheim's,<sup>3)</sup> Nasse's,<sup>4)</sup> Leonhard's<sup>5)</sup> und Credner's, der dem Prof. Ebers beigestanden, endlich des Dr. Beck (der ein ausgezeichnetes Werk über das Eisen geschrieben und S. 156 auch unsere Stelle nicht übersehen hat); sowie der Reisenden Rüppell,<sup>6)</sup> Russegger,<sup>7)</sup> Wilkinson, Palmer, der Aegyptologen Lepsius<sup>8)</sup>, Ebers und der grösseren Commentare eines Delitzsch u. A., unter denen ich den Commentar von Zschokke nicht vergessen darf, der kurz übersichtlich die Frage behandelt. Der neueste Commentar des Ijôb, von Jos. Knabenbauer, S. J. geht allzu vorsichtig vor, wenn er die Belegstellen aus Plinius nicht verwerthen will (S. 330), die wir nicht vollends entbehren können, denen wir aber auch eben keinen allzu hohen Werth für jene weit entlegenen Zeiten zuschreiben. — Es versteht sich für den Theologen von selbst, dass er die exegetische Literatur benütze, wesshalb es der weiteren speciellen Anführungen derselben kaum bedarf.

Im 1. Vers spricht der Verfasser von der geognostischen Grundlage<sup>9)</sup> für den Bergbau; denn soll man wirklichen Bergbau beginnen, so muss man gelernt haben, das Gestein unterscheiden, muss man beispielsweise auch wissen,

<sup>1)</sup> Das Werk ist kunstvoll durch und durch: Ijôb, als reicher Oekonom des Ostlandes gezeichnet, sieht souverän auf das Stadtleben herab. Bilder aus der Natur, aus dem Leben in freiem Lande schildert er, die Pracht der Städte und ihre Wunderwerke ignoriert er vornehm nach „Araber“-Art.

<sup>2)</sup> Die betreffende Stelle findet sich übersetzt in Zippe, Geschichte der Metalle. Wien 1857, S. 63 u. sq.

<sup>3)</sup> Berghauptmann v. Veltheim in: Michaelis orient. und exeg. Bibliothek. XXIV. S. 7—14.

<sup>4)</sup> Bergpraktikant Nasse in: Studien und Kritiken, Jahrg. 1863. S. 105—111.

<sup>5)</sup> Leonhard hat dem Prof. Umbreit bei der Erklärung dieser Verse im Commentar zu Ijôb mit Rath zur Seite gestanden. Z. B. S. 266 sq. (V. 5—9.)

<sup>6)</sup> Rüppell, Reise in Nubien, Kordofan u. d. petr. Arabien. S. 264.

<sup>7)</sup> Russegger, Reisen in Europa, Asien u. Afrika. III. S. 196. 226 sq.

<sup>8)</sup> Die Metalle in den aegypt. Inschriften, Berlin 1872 (Abhandlungen der königl. Akademie zu Berlin). S. A.

<sup>9)</sup> Hatte es schon früher hie und da in den ägypt. Inschriften von Untersuchungen verlautet, welche ein ägyptischer König in den nahe an Arabien liegenden Gebirgen hatte machen lassen, um die für Denkmäler besten Steine zu finden, so heisst es in der Zeit des Königs Schaschank von einem General-Baumeister „Horemsaf“ mit Namen, dass seine Kenntnisse gross waren in allerlei Werk, zu brechen den besten Stein von Silsilis, um zu errichten zahlreiche und grosse Denkmäler etc. Brugsch, Aegypten, S. 664. Lauth, Aegyptens Vorzeit. S. 409.

dass aus Malachit Kupfer gewonnen werden kann. Zu Ijôb's Zeit<sup>1)</sup> bohrte man sicher nicht mehr auf's Gerathewohl in die Erde: man wusste, wo die verschiedenen Metalle gefunden und bearbeitet werden. Vom Silber sagt der Verfasser nur, dass man seinen Fundort kenne: merkwürdig betont er den Fundort, wie noch ältere Bergordnungen den Finder, das Finderrecht herausheben. Sicher kam kein Silberbau in seinem Lande vor, weil er sonst doch etwas mehr von dem Metalle erwähnt hätte, das er ein paar Verse später als ein wichtiges Verkehrsmittel anführt.<sup>2)</sup> Er kennt den technischen Ausdruck für das Läutern des Goldes; (ich könnte leicht aus Diodorus Siculus III, 14, die berühmte Stelle anführen, wo dieser vom Schlämmen des Goldes redet). Ja es scheint, als ob Ijôb schon jene primitive Fundart des Goldes in den secundären Lagerstätten gar nicht mehr kenne, da die oberflächlichen Ablagerungen des Goldes in jenen Ländern, deren Bergbau er kannte, vielleicht schon vor vielen Jahrhunderten völlig erschöpft waren und die Gewinnung des Goldes durch Stollen und Schacht in dem harten Gesteine schon so lange im Gebrauche war, dass er vom früheren Stadium schon gar nichts weiss, oder sollen wir dieses Stadium im 1. Verse angedeutet finden? Ijôb kennt auch den technischen Ausdruck für das Giessen des Kupfers, eine Arbeit, die, soll das Kupfer den praktischen Bedürfnissen entsprechen, nicht leicht ist, mindestens viel Aufmerksamkeit erfordert. Vom Zinn spricht Ijôb gar nicht, wohl weil es nur als Handelsgegenstand oder als Tribut fremder Völker nach Aegypten und nach Syrien kam und nur Wenigen bekannt war: wahrscheinlich ist, wenigstens am Anfange, die fertige Bronze durch asiatische Händler nach Aegypten gekommen. Vom Eisen sagt Ijôb, dass es aus dem Staube (der Erde) geholt werde: Nasse meint, dass die Eisenerze nur in sehr verkleinertem Zustande nach Aegypten kamen, um daselbst verschmolzen zu werden.<sup>3)</sup> Anders nach Hartland, welcher bei Surabit el Chadem Reste ausgedehnter Eisengewinnung erkannt hat und annimmt, dass sie gleichzeitig mit den Kupferbergwerken betrieben worden seien (1877) S. Beck, a. a. O. S. 83, auch S. 95, wo das meteorische und tellurische Eisen der ägyptischen Inschriften besprochen wird. Sollte am Ende gar Ijôb eine Transcription des ägyptischen Wortes ba-en-ito „Eisen der Erde“ liefern? Lepsius, a. a. O. S. 108.

Dass er schliesslich beim Kupfer stehen bleibt, zeigt der ganze Inhalt der Verse:

Vers 3. Aus den Anfangs kleinen Gängen, in denen man dem Edelmetalle und dem Erze nachging, sind Stollen und Schachte geworden: man ist in die Finsterniss hinabgestiegen, hat Licht hineingetragen, das Bergmannslicht, das

der Arbeiter an der Stirne, nicht an der Brust trug. Man durchforscht das höllische Gestein, denn die Hölle ist den Alten ein Ort der Finsterniss und der Schrecken. Man durchforscht es: gewiss hat man schon in der Grube vor der Förderarbeit sortirt; man durchforscht es nach allen Seiten: nach allen Richtungen gehen die Stollen und die mehr oder weniger saigeren Schachte.

4. Dass diese Auslegung richtig, sagt der 4. Vers: Man baut einen Gang fern von allen Erdbewohnern. Es steht ein technischer Ausdruck da: **נַחַל**, was ein Thal, Thalfuss, Flussbett bedeuten konnte. Man kann bei diesem Worte zunächst wirklich an einen Tagebau denken, wie ihn Diodorus schildert. Bei dieser Abbauart kommen kurze Schachte in Anwendung, die mit den Stollen zusammen allerdings das Bild eines jähe zu Thale stürzenden Flussbeetes geben. Sicher bedeutet aber das: „Sie schwanken, sie schweben“, das Einfahren, und zwar auf dem Knebel.<sup>1)</sup> Und dass sie tief hinabfahren, dass also von eigentlichen Schachten die Rede ist,<sup>2)</sup> zeigt die Bemerkung: „Fern von den Erdbewohnern“. Freilich könnte dieses auch darauf hinweisen, dass die Bergwerke weit draussen in der Wüste lagen, höchstens mit einigen Hütten versehen, wo die Wächter und Leiter der Arbeiten sich vor den Unbilden des Wetters und vor Feindesgefahr schützen mochten. Städte waren damals noch nicht um die Bergbaue herum entstanden: nur etwa ein Heiligthum war da, um die Gottheit gnädig zu stimmen. Der Bergmann wird schon im höchsten Alterthum der stille, religiös gesinnte Mann gewesen sein, wie heute.

5. Die Arbeit unten: Der Bergmann sprengt das Gestein mit Feuer; er thut das, was man Feuersetzen nennt und welches man bei dem härtesten Gestein (und von diesem sprechen ja die Verse 6 und 9) anwendete. Die Erklärung Nasse's erscheint mir frostig, der da meint, dass man bei dem Durchwühlen und Wiederauffüllen der Gänge mit dem weggeworfenen tauben Gestein ähnliche zerwühlende Wirkung hervorbringe, als hätte das Feuer gewüthet; sie dient nur zur Rettung der jetzigen fast allein herrschenden Lesung des hebräischen Textes,<sup>3)</sup> die aber darum noch immer nicht die ursprüngliche zu sein braucht.

6. Ihre (der Erde) Steine sind die Stätte des Saphirs; es steht wirklich dieses Wort im Hebräischen. Nun helfen sich Einige, darunter Nasse und Leonhard, es bedeute Saphir hier den Lasurstein, der freilich aus weiter asiatischer Ferne nach dem Lande des Ijôb kam und das Gold im Saphir seien die Schwefelkiespunkte im Lasurstein, welche die Alten irrthümlich für Gold hielten. Wäre dies, dann wäre es fast

<sup>1)</sup> Leonhard.

<sup>2)</sup> Auch Jos. Knabenbauer nennt **נַחַל** cuneus, puteus metallicus, Schacht, Stollen, a. a. O. pag. 327.

<sup>3)</sup> Nasse, S. 109. Man vergleiche Beck, a. a. O. S. 74. Eine andere Art der Sprengarbeit mittels angefeuchteter Holzkeile kannten die Juden und Phönizier sicher schon in ältester Zeit, sie wurde angewendet in den Steinbrüchen von Baalbekk, wo die riesigen Quadern, jeder von 60 bis 75 Fuss Länge, auf solche Weise vom Muttergestein losgelöst wurden; sie ist deutlich erkennbar in der Baumwollengrotte unter den Häusern von Jerusalem, wo die Riesenquadern zur Stadtmauer, theilweise wenigstens, gebrochen wurden. Noch sind die Bohrlöcher und Kanäle, in welche die Holzkeile eingetrieben wurden, sichtbar, denn eine Anzahl erst angefangener Quadern steht noch im unterirdischen Steinbruche.

<sup>1)</sup> Richtiger sollte ich sagen: In der Zeit als die Dichtung „Ijôb“ entstand.

<sup>2)</sup> Das Silber dürfte wohl fast nur durch die Phönizier nach dem Judenlande gebracht worden sein; die Phönizier erzählten Wunder von dem Tharschisch-Lande (Spanien); ihnen scheint Ijôb nicht recht zu trauen, er sagt einfach nur: „Denn es gibt für Silber einen Fundort“.... Während in Aegypten das Gold der eigentliche Werthmesser war, galt dem Hebräer dafür das Silber. — Das Silber erhielten die Aegypter durch den Handel; erst später wird die ungeheure Ausbeute der ägypt. Silbergruben erwähnt. (Beck, a. a. O. S. 77, über die Silbergruben, S. 182.)

<sup>3)</sup> Nasse, Stud. u. Krit. 1863. S. 108.

besser, den Vers als eine spätere den Gedankengang zerschneidende Glosse zu behandeln. Aber es ist dies nicht nöthig, denn es muss überraschen, dass man bei Plinius XXXIII. 4, 21 (ed. Janus, XXXIII. Nr. 68) ebenso wie hier liest, Gold werde im Oriente mit dem Saphir zugleich gefunden. Diodor von Sicilien aber erzählt, dass aus dem weissesten Stein, der Alles, was schimmert, an Glanz übertrifft, Gold gewonnen werde. Gleich darauf redet er vom Rösten: die härteste goldhaltige Erde brennt man in einem grossen Feuer aus, macht sie mürbe und lässt sie durch Menschenhände bearbeiten. Veltheim<sup>1)</sup> macht darauf aufmerksam, dass im 15. Verse von einem baumartig gewachsenen Golde die Rede sei, wie es sich hie und da in besonders schönen Schaustufen findet. Dieser Vers ist allerdings mit unserem 6. zusammenzuhalten. Die Verse 7, 8 enthalten nichts Bergmännisches, nur eine poetische Schilderung der Tiefe und der Aengstlichkeit der Bergbauten. Es ist an sich klar, dass die dichterischen Worte nicht etwa auf eine mit den heutigen Bergwerken nur irgend vergleichbare Tiefe gedeutet werden dürfen. Die Alten, und nun gar in der Zeit unseres Gedichtes, waren zu unbeholfen in der Förderung der Erze und der Entwässerung der Gruben, um eine nach unseren Begriffen nennenswerthe Tiefe zu erreichen. (Vergl. Zippe, Geschichte der Metalle, S. 168.)

9. Unten tief legt der Bergmann Hand an den Kiesel, den Quarz, das taube Gestein und baut sich Gänge, dem Erze folgend. Gigantisch nennt Plinius XXXIII (Nr. 71) diese Bauten seiner Zeit und erzählt: sie stossen auf Kiesel, er wird mit Feuer und Essig gesprengt, oft aber werden, weil dann doch die Gänge durch Rauch und Dampf unpassirbar werden, mit riesigen Brechhämmern aus Eisen, deren einer wohl 150 Pfund hat, die Steine gebrochen und auf dem Rücken der Träger herausgeschafft. Aber auch das Sprengen der Berge durch Miniren könnte ohne alles exegetische Kunststück aus dem Verse herausgelesen werden.

10. Schwierig ist der 10. Vers. „Durch die Felsen spaltet er Kanäle und allerhand Köstliches sieht sein Auge.“ Es ist ein ägyptisches Wort, das der Autor für Kanal gebraucht *ḳān*, J'or genau derselbe Namen, welchen der Nil führt. Diese Kanäle können doppelter Art sein, hineinleitende und hinausleitende. Aber für die hineinleitenden Wassergänge wäre schwer in den dem Ijôb bekannten Ländern ein Ort zu finden, der die genügende Wassermenge hätte, selbst wenn man mit O. Fraas annimmt, dass seit Moses Zeit eine gewaltige klimatische Veränderung in jenen Ostländern (Sinai, Palästina u. s. w.) stattgefunden habe. Auch sind solche hineinleitende Kanäle nicht einmal von Diodorus beschrieben worden; erst Plinius führt eine ähnliche Wasserarbeit an, und nennt sie *Corrugus*. Richtiger denkt man mit Leonhard an Wasserlösung, an Stollen, welche die Grubenwässer nach Aussen ableiten; dann erst sind die Erze frei gemacht, der Bergmann kann die in der Teufe befindlichen Erze und Anbrüche „sehen“, beurtheilen und zu Tage fördern.<sup>2)</sup> Von Wasserkünsten war damals sicher nicht die Rede. Ob man mit Fleiss auf das

Wasser-Erschroten sich eingelassen habe, möchte fraglich bleiben, aber dass man der Grundwässer Herr zu werden sich bemühte, ist an sich klar.

11. „Dass sie nicht sickern.“ Die Wasserzuläufe, die den Bergmann hindern, ja bedrohen, bindet er zu wie man Wunden verbindet, stopft sie, dass sie nicht thränen; — und diese Wasserhaltung kann geschehen durch Vermauerung, Verdämmung oder durch Fassung in Wasserörter oder in Gerinne nach Aussen, Wasserlösung. Es versteht sich von selbst, dass die Sohle des Stollens selber verschlemmt und verdichtet werden musste, damit sie nicht einen künftigen tieferen Horizont und sei es durch Tropfen, belästigen; dann kann er das Verborgene an's Licht bringen, dann kann er noch weiter in die Teufe gehen.

Vieles also kennt der Autor des Ijôb: primitive geognostische Kenntnisse setzt er beim Bergmann voraus, den Schacht- und Stollenbau, Sicherung des Baues durch Bergfesten, die nöthigen Vorkehrungen gegen das Grundwasser, das Einfahren auf Knebeln, das Feuersetzen, die Schlägelarbeit, die Sortirarbeit, das Schmelzen, das Läutern, die Metallfarben für die Flüsse u. s. w.

Wo existirten aber solche Bergbauten, wie sie Ijôb beschreibt? Von Silber weiss Ijôb nicht viel zu sagen, aber auch nicht von Eisen. Und doch muss er, da er überhaupt das Eisen erwähnt, als nicht mehr in der erst in unserem Jahrhunderte erfundenen, für Aegypten und Syrien nicht festzuhaltenden, sogenannten Bronzezeit lebend erscheinen. Eisen war wirklich schon im Tempel Salomonis vorhanden, eiserne Harnische kennt auch Ijôb. (20, 24.) Aber im eigentlichen Lande Palästina gab es überhaupt meines Wissens gar keinen Bergbau<sup>1)</sup>, ich kann die Steinbrüche, deren einen ich in der Baumwollengrotte erwähnt habe, nicht dazu rechnen. Es soll damit nicht gesagt werden, dass die Hebräer mit Schmelzen des Eisens und Kupfers und anderen metallurgischen Techniken nicht bekannt gewesen seien: sie kennen die Schmelzöfen, den Blasebalg, den Schmied, den Giesser u. s. w. und haben nach den Schilderungen des mosaïschen Berichtes schon beim Zuge durch die Wüste Gold- und Erzguss zu liturgischen Geräthen und zum Schmücken der Heiligthümer geübt. — Es war aber auch schon früher — zu Abraham's Zeit — das Dasein der Asphaltgruben in der tiefen Spalte bekannt, die durch den Jordan und das todte Meer bespült wird. — Jetzt sind noch tiefe Schachte zum Abbau des Asphaltes im Wadi Teim im Gange (bei Hasbeya). Die Bewohner von Idschsim im Gebirge Carmel haben mir wohl von zwei Bergwerken gesprochen, die daselbst existirt haben, auch zwei Halden gezeigt, jedoch haben die Proben, die ich mitgebracht, keinen, irgend abbauwerthen Gehalt an Eisen enthalten. Wer weiss, wer den Leuten die Idee, dass die zwei Schutthalden, die sie mir zeigten, von Bergwerken herkommen, eingegeben hat.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Vergl. Beck, a. a. O. S. 149. Auf S. 157 glaubt er aus den Ortsnamen auf die Localitäten mit Bergbau schliessen zu können. Aber für das eigentliche Palästina und für die hebräische Bevölkerung gelingt ihm der Nachweis nicht. — Für das Ostland bringt er kurz fast dasjenige vor, was ich hier zusammenstellte. Für den Libanon benutzt er Russegger.

<sup>2)</sup> Das Wasser ihres Dorfbrunnens, der unten im Thale sich befindet, soll eisenhaltig sein. Es schmeckt sehr gut, da ich aber nicht

<sup>1)</sup> Veltheim, S. 13.

<sup>2)</sup> Veltheim S. 15. So auch der Jesuit Knabenbauer gegen Zschokke.

Wir müssen, da es mir nicht gelingt, in Palästina selbst Spuren alten Bergbaues zu finden, bei den Nachbarn der Hebräer Umschau halten. Eisen gab es nördlich von Palästina im Libanon. Dort stand schon den Phöniziern Rotheisenstein, Thoneisenstein und Sphärosiderit zu Tage. Noch heute wird im Kesrowan Eisen und zwar vorzügliches Eisen bereitet, aber fragt nur nicht, mit welcher Verschwendung des Holzes und Erzmaterials! Ja es ist sehr annehmbar, dass nicht allein die Flotten der Phönizier, sondern auch ihre und ihrer Nachfolger verschwenderische Metallproduction den ehemals so dichten Libanon entwaldet hat.

Aber die Erzgruben der Syrier hat Ijôb — ich nenne ihn kurz statt des Verfassers — nicht gesehen, auch nicht die später berühmten Eisenwerke nur wenig südlich von dem Lande, das als Ijôb's Heimat gilt. Ijôb's Heimat ist nach arabischer Tradition das Land, das östlich vom See Tiberias liegt, jene Hochebene, die hinaufreicht bis zum Drusengebirge, nördlich bis nahe an Damask, südlich bis zum furchterlich tief eingerissenen Jarmukthal. Hier hatte einst jener Riesenkönig Og von Basan regiert, dessen eisernes Bett den späteren Generationen als Curiosum zu Rabath Ammon gezeigt wurde. Südlich von diesem hochgelegenen Lande befindet sich ein Gebirgszug, der den Jordan begleitet bis zum todtten Meer. Josephus Flavius<sup>1)</sup> nennt ihn, oder einen Theil davon, den „Eisenberg“, sicher weil in alter Zeit hier Eisen gefunden wurde. Jetzt heisst der Eisenberg el Marad, das „Quergebirge“, südlich vom Dschebel Adschlûn, bei Dscherasch. Dort, beim Dorfe Birma, lagen die alten Eisenwerke, welche wieder in unserem Jahrhundert (1835—1839) unter Ibrahim Pascha ausgebeutet wurden; die schönen Wälder der dortigen Thäler lieferten das Holzmaterial.<sup>2)</sup> 1840, das Jahr der Wiederkräftigung der Pforte durch die überkluge Politik Metternich's, der den Aegypter ver-

drängen half, hat allen solchen Unternehmungen der ägyptischen Macht in Syrien ein jähes Ende gemacht. — Hätten diese Eisenbergwerke zu Ijôb's Zeit existirt, so hätte er gewiss mehr darüber gesagt als: „Aus der Erde (Staub) wird das Eisen geholt“.

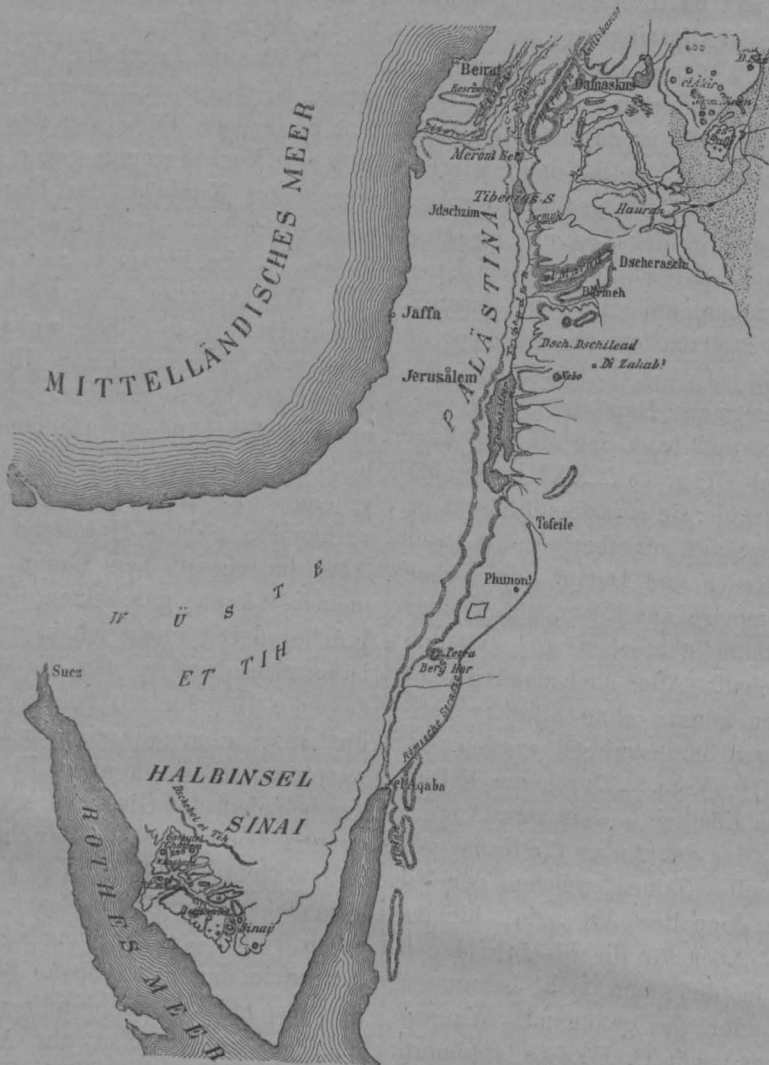
Wir müssen schon weiter nach Süden ziehen. Das ganze Gebiet östlich vom Jordan ist geologisch höchst interessant. Wir kommen bis in's Edomiterland südlich und südöstlich vom todtten Meere. Mit dem Dizahab (Zahab heisst hebräisch: Gold), wo Moses seine Deuteronomischen Reden gesagt hat, Deut. 1, 1, weiss ich gar nichts anzufangen.

Die griechische Uebersetzung hat an dieser Stelle *Karà tà χρῶσα* und einen solchen Ort bezeichnet Eusebius als 11 Tage vom Horeb entfernt und der h. Hieronymus behandelt in der Uebersetzung dieser Stelle des Eusebius zugleich den Ort Phinon, Phänon, wo zu seiner Zeit die nahen Berge (wahrscheinlich durch Unterminirung), welche voll Goldgängen waren, zusammenbrachen.<sup>1)</sup>

Einen solchen Einsturz, der durch Minirung regelrecht vorbereitet ist, beschreibt Plinius (o. c. Nr. 71).

Nahe der Araba suche ich das Phänon: sage ich, in der Nähe von Petra, denn mit dem nahen Berg Hor hängt das in Numeri 33, 42 erwähnte Phinon sicher zusammen. Und wirklich setzt die Erzählung, dass Moses in der Wüste die eiserne Schlange errichtet, als er ziemlich weit von Sinai weg war, Numeri 21, 9. 33, 42 einen metallurgischen Punkt voraus, wo man Erz gewann und auch irgendwie

künstlerisch bearbeiten konnte. Auch die Erzarbeiten um und im Bundeszelte setzen, abgesehen von den jedenfalls bescheidenen Vorräthen an erzenen Gefässen, die die Hebräer mitführten aber auch kaum entbehren, d. h. an's Heiligthum abliefern konnten, ich sage, solche Erzarbeiten setzen einen Ort voraus, wo man Erz fand und Erz erwerben konnte. Und das ist immer wieder nur Phänon, das also durch den Bericht über Israels Wüstenwanderungen bis in die Mosaische Zeit zurückversetzt wird. Diese Gruben von Phänon blieben im Gebrauche bis in die Zeiten der römischen Kaiser: viele christlichen Bekenner wurden dahin zu



mit den nöthigen Gefässen zum Transportiren des Wassers versehen war, so konnte an eine Analyse des Wassers — und sei es auch nur in Jerusalem — nicht gedacht werden.

<sup>1)</sup> Jüd. Krieg IV, 8, §. 2. Σιδηροδν... ὄρος.

<sup>2)</sup> Oliphant, The Land of Gilead, Edinburgh 1880, pag. 190 und Merrill, East of the Jordan, New-York 1883, pag. 280 sind hier gewesen, wissen aber von den alten Bergbauten nichts.

<sup>1)</sup> Onomasticon, ed. Larsow et Parthey, pag. 254.



schnell aufreibender Arbeit verbannt. Ja ein Bisthum hatte von Phänon den Titel. Edrisi kennt die Gruben in diesem Gebiete. Jetzt freilich ist das Land zu wenig durchsucht, um Ihnen anzugeben, wo Edrisi die Bergwerke des Dschebel Scherat gesehen, ob diese mit Phänon identisch seien, ob nur ein oder mehr Bergwerke in jenem Gebirgslande sich befinden.

Mauss und Sauvaire, die Theilhaber an der Expedition des Duc de Luynes, wissen nichts davon zu berichten, obwohl sie gerade nach Schobek, also in die muthmasslich unmittelbare Nähe von Phänon einen Ausflug unternahmen. Man sucht Phänon in der Nähe von Petra.

Wie es auch sei, auf dem Wege nach Aegypten brauchte im äussersten Falle ein Mann wie Ijôb's Dichter nur wenig Stunden von der Strasse abzulenken, die nach Aila führte, und er kam in das Gebiet der Kupfer- und Goldwerke von Phänon. — Nicht allzuweit nach Süden, im Süd-Ost des Busen von Aqaba (Aila) ist jenes Goldland, welches Burton im Winter von 1877 auf 1878 besucht hat. Er hält es, wohl mit Recht, für das Midian der Bibel, wohin vor alten Zeiten Moses geflohen ist und woher sein Weib Zippora stammte. Burton brachte reiche mineralogische und historische Ausbeute mit, darunter waren silber- und kupferhaltige Erze aus dem nördlichen und goldhaltige aus dem südlichen Midian. Auch fand er mehrere Türkisminen. Im Süden fand er die alten Schachte und Stollen: Goldfäden im Basalte zeigen, welchem Metalle die Bauten galten. Berge von schneeweissem Quarz, bei Umm el Qureijât, waren stellenweise so stark ausgebeutet, dass sie eingestürzt waren. Die bedeutendsten Bergwerke waren Umm el Charâb, wo in den Stollen noch Quarzsäulen als Bergfesten ausgespart sind. Bis an die Grenze von Hedschâz drang Burton vor. Es scheint, dass er die von den Aegyptern sicher während der XVIII. Dynastie bebauten Werke gefunden habe.

Die ägyptischen Quellen reden nun freilich nur von Kupferbergwerken und Burton hat ja auch kupferhaltige Erze gefunden; aber wem sind die reichen Goldtribute des Landes Punt an Aegyptens Könige nicht bekannt? Es wäre allerdings denkbar, dass der Dichter Ijôb's Kunde auch von diesen Werken erhalten habe, hat Ijôb ja doch einen Tâmaniten zum Freunde! Und eben wegen des Zusammenfindens von Kupfer und Gold in jenem Lande mag jenes Schwanken in seiner Schilderung des Bergbaues, zwischen Gold und Kupfer, entstanden sein, das in unseren Versen sich kundgibt.<sup>1)</sup> Wie aber, wenn der Dichter auf seinem Wege durch die Araba nach Aegypten in eigener Person an dem nahen Aqaba vorübergekommen wäre?

Und der Dichter Ijôb's ist hinabgezogen, er kennt Aegypten zu genau, als dass wir einen Augenblick daran zu zweifeln hätten. Auch das ägyptische Wort für Schacht **ꜥꜥ** weist auf ägyptischen Bergbau hin. Nicht als ob ich voraussetzen möchte, als hätte der Dichter die im eigentlichen Nilande gelegenen Goldminen (Nubien hat vom ägyptischen Worte nub „Gold“ den Namen) gekannt, welche Agatharchides und nach ihm Diodorus Siculus (III, 11) be-

schreiben, mit ihren Tag- und Nachtschichten, dem Bau in Stollen, den Pochwerken und Wäschchen und der Schmelzanstalt. Ein in hohes Alterthum zurückreichender Bau.<sup>1)</sup> Nicht als ob er die von Wilkinson besuchten Kupferminen an den äussersten Grenzen Ober-Aegyptens gesehen hätte. Dessen bedurfte es gar nicht. Ganz nahe an der Strasse, die von Aila nach dem Sinai (einem uralten, immer wieder besuchten Wallfahrtsort, wohin auch Propheten gewandert sind), und nach Aegypten führt, lagen die berühmtesten Bergwerke Aegyptens, das Land, der Bezirk der gütigen Hathor, der Herrin von Mafkat. Und zwar gab es zwei Reviere ganz nahe nebeneinander. Das eine im Wadi Nasb, wo Graul nur Kupferschlacken fand, Russegger (1838) mit geringem Erfolge nach Brüchen suchte, Ruppell aber, welcher schon 1822 im Auftrage des Mehemed Ali nach den alten Kupferbergwerken suchte, mächtige 80 Fuss haltende Halden fand, in mehre horizontal liegende Sandsteinschichten keilförmig eingesenkte Stockwerke von erdiger Kupferschwärze. So noch Zippe, Gesch. der Metalle. S. 100. Nach Bauermann treten im ganzen Wadi Nasb Bänke von Brauneisenstein, Pyrolusit und Psilomelan (Schwarzeisenstein) auf.<sup>2)</sup> Allerdings kommen auch anderwärts Eisenerze als Begleiter der Kupfererze vor. Die Alten haben nun hier in vielfachen Richtungen Schachte gegraben und labyrinthartig ausgehöhlt, indem sie hie und da Pfeiler, Bergfesten, stehen liessen. Auf dem Kogel, in welchem sich dies Bergwerk befindet, fand Ruppell einen mit Hieroglyphen bedeckten Obelisk. — Zu diesem Revier gehört auch die nahe Berghöhe Sarbut el Chadem, eine auf einer steilen Terrasse in's Thal hinausragende Denkmalstätte, welche einem riesigen Kirchhofe nicht unähnlich sieht. Niebuhr hat sie 1762, wohl der erste wissenschaftlich gebildete Europäer besucht, der Weg war steil, er brauchte 1½ Stunden zum Erklettern der Höhe. Russegger (1838), Bauermann (1869) und Hartland (1877) erkennen hier Eisenbergwerke. Vergl. Zippe, S. 115. Beck, S. 77. Die meisten Inschriften sind nun schon veröffentlicht. Wir erfahren, dass hier der religiöse und politische Mittelpunkt des Mafkatlandes — sagen wir „Kupfergrund“ — des Sinai sei, dass hier das Heiligthum der Hathor, der Herrin dieses Landes war, dass die ältesten historischen Pharaonen schon von der IV. Dynastie hier die Kupferbergwerke hatten und dass — wie es scheint — erst in der XX. Dynastie dieselben aufgelassen wurden. Denn von da an fehlen die Denkmäler.<sup>3)</sup>

Mafek aber bedeutet nach Lepsius<sup>4)</sup> nicht zunächst Kupfer als Metall, sondern zuerst Smaragd, der auf der Sinai-Halbinsel nicht vorkommt, dann den Malachit, den grünen Glasfluss und grünen Farbstoff. Es hat sich also hier

<sup>1)</sup> Vergl. Lepsius, a. a. O. S. 35. Ebers, ägypt. Königt. III, 288. — Man sehe Beck, S. 71, wo diese Goldbergwerke bis in die IV. Dynastie zurückverlegt werden. — Auch für das Folgende ist Beck, S. 77, zu consultiren; nur haben sich hier geographische Irrthümer eingeschlichen, denn Sarbut el Chadem liegt, als gar nicht weit von Wadi Maghara entfernt, so gut wie dieses, auf der sinatischen Halbinsel, auch muss es Wadi Nasb, nicht Nasch heissen. S. 78. (Vergl. S. 83.)

<sup>2)</sup> Beck, a. a. O. S. 83.

<sup>3)</sup> Vergl. Dr. Gensler, das Kupferland der Sinai-Halbinsel, in Zeitschr. für ägypt. Sprache und Alterthumskunde, 1870. S. 137.

<sup>4)</sup> Lepsius, a. a. O. S. 79—91.

<sup>1)</sup> Man sehe Beck, a. a. O. — Globus, Jahrg. 1878, S. 367, 1879, S. 375.

in alter Zeit zunächst um den werthvollen Malachit und dann erst um das Kupfer gehandelt.

Die Bergwerke sind ganz in der Nähe des Heiligthums, Mr. Holland u. A. hat sie untersucht, es sind grosse Mengen von Minen, mit vielen, schön gemeisselten Hieroglyphen-Inscrip- tionen. Laborde fand hier ziemlich grosse, aber werthlose, blasse Türkise.

Das zweite Revier ist das des Wadi Maghâra<sup>1)</sup>, das schon vor mehr als 5000 Jahren den alten Aegyptern Kupfererze und jedenfalls auch die gesuchten Türkise lieferte. Um der Türkise willen, hat vor ungefähr 20 Jahren ein Major Macdonald sich in dieser Felsenwüste niedergelassen, die Wege ausgebessert, die Gruben wieder eröffnet,<sup>2)</sup> schliesslich ist er aber doch nahe der äussersten Armuth gestorben. Nicht die hiesigen Türkise haben Werth, sondern diejenigen, die er von den Beduinen einhandeln konnte, die wohl vom Berge Serbal stammen.<sup>3)</sup> Die Wandungen des W. Maghâra (Höhle bedeutet dieses Wort), auf der einen Seite rother Sandstein, auf der anderen dunkler Granit, steigen hoch und steil an; schon die Farbe erinnert an Ijôb „hölliches Gestein“. An den Abhängen der nordwestlichen Thalwand liegen Haufen von rothbraunen Sandsteinfragmenten: in einer ungefähren Höhe von 150 Fuss liegen die alten; von Macdonald wiedereröffneten Gruben. Tief geht es in's Gestein hinein, aber selten kann man aufrecht stehen. Wo es nöthig, sind Pfeiler ausgespart. Noch sind die Meisselhiebe erkennbar, auch runde Löcher im Boden, welche an Diodorus Siculus III, 13, erinnern, der da dem Agatharchides nacherzählt, dass das goldhaltige Gestein in Trögen mit eisernen Keulen gestampft wurde. Auch die Mühlen, die Diodor erwähnt, in denen das goldhaltige Gestein zur Feinheit des Semmelmeles zermahlen wurde, haben ihre Spuren in den Mühlsteinen hinterlassen, welche Ebers hier gefunden. Hier fand Ebers sehr unreine und blasse Türkise. In einem Querthale, W. Umm Themaim liegen die von Palmer und Wilson entdeckten Erzgruben, in denen das Kupfer anstand. Ganz oben auf einer dem Winde ausgesetzten Höhe war die alte Schmelzhütte, wo man auch die künstlich gefärbten Flüsse erzeugte, welche ebenfalls Mafek hiessen, Güsse, deren Schönheit im Museum des ägyptischen Vicekönigs im Bulak bei Kairo noch jetzt Bewunderung erregt. Sicher gaben die anstehenden Türkise und der wunderschöne Malachit den Barbaren der Halbinsel den Anstoss zum Schürfen mittelst Röschen und Stollen, sicher war aber auch der Wunsch, dieses Materiale im Besitz zu haben, neben dem Streben die Ostgrenze Aegyptens so weit als möglich hinaus zu schieben, der Grund, dass schon König Snefru von Aegypten wenigstens 3700 v. Ch. die Halbinsel Sinaieroberte. Noch steht hier sein Denkmal, er selbst verewigt sich als Sieger über die Barbaren der Halbinsel. Mentu ist ihr Name. Er fasst mit der Linken den Haarschopf überwundener Bergbewohner,<sup>4)</sup> mit der Rechten hält er drohend

erhoben eine Schlachtkeule. Oben befinden sich „Schlägel und Eisen“, wohl in der ältesten bekannten Form. Die gelbe Farbe der Besiegten, ihre mehr oder weniger semitischen, auch uns bekannten Gesichtszüge kennzeichnen sie als Aamu, als Asiaten, die von der Zeit an immer zu diesen Bergarbeiten gepresst wurden. Aber auch manch' gefangener, staatsgefährlicher Aegypter, vielleicht manch' ein hebräischer Mann wurde in diese schauerliche Sinaiwüste, in das ägyptische Sibirien deportirt. Und wohl von hier, sowie von den Goldminen Midians, welche Burton besucht hat, sowie von den Tributen unterworfenen Völker stammen jene ungeheueren Reichthümer, von denen das bekannte Schatzhaus des Ramsinit strotzte, ca. 1300.<sup>1)</sup> Als bald nach ihm hören die Denkmäler auf der Sinai-Halbinsel auf. Hat die Auswanderung der Juden, die diesen Weg zum Sinai gezogen sind, Einfluss auf die geknechteten Aamu ausgeübt, dass sie jenen Bezirk durch Lossreissen aus ägyptischem Joche veröden liessen? Oder hat das Aufkommen der schwachen priesterlichen XXI. Dynastie und die Herrschaft der mit asiatischen Familien zusammenhängenden XXII. Dynastie die Befreiung der Aamu auf der Sinai-Halbinsel bewirkt? Wir sehen wirklich, dass die arabischen Fürsten dieser Gegenden dem Cambyses halfen, Aegypten zu erobern,<sup>2)</sup> und dürfen voraussetzen, dass die Freiheit der Sinaitischen und der benachbarten Araber damals schon Jahrhunderte lang gedauert habe. — Wenn also die Bergwerke wieder bebaut wurden, so geschah es wohl nicht mehr im Dienste Aegyptens. — Ob daher Ijôb's Dichter, als er den Sinai überschritt und in diese Thäler kam, die Bergwerke in Betrieb sah, wäre hiemit schwer zu sagen.

Jedenfalls hat er noch mehr Spuren des Betriebes gesehen, als wir, nach fast 3000 Jahren; er beschreibt auch so, als hätte er den Betrieb nicht gesehen,<sup>3)</sup> als müsse seine Phantasie nachhelfen, als müsse er, was er anderswo gehört, etwa von Phöniziern oder von den weisen Tāmaniten, hierher übertragen.

Wichtig dürfte es sein, dass er die Arbeit in den Bergwerken schildert, als sei sie verrichtet von freien Leuten, die ihre eigene Gier nach dem Metalle hinabtreibt in die unheimlichen Tiefen, die da, mit einiger Befriedigung (sagen wir das schwächste Wort,) die Schätze schauen, die sie erschliessen. Und doch, wie elend war das Geschick der Unglücklichen, die von den ägyptischen Königen in die Bergwerke verurtheilt waren. Deutlich schildert Diodorus das ungeheuere Elend, dass in den ägyptischen Bergwerkdistricten herrschte, (Diodor, III, 12, 13, 14, 15), wo Tag und Nacht die Arbeit im Berge fortgesetzt wurde, wo die Förderarbeit in absoluter Finsterniss sich vollzog, wo oft mit Ketten beladen, der Nachbar seinem Nächsten die schweren Lasten zutrug, und nur die letzten das Tageslicht sahen und sich desselben freuen konnten.<sup>4)</sup> — Nichts davon weiss Ijôb, und daher mag man annehmen, dass die

<sup>1)</sup> Man sehe Lepsius, a. a. O. S. 28.

<sup>2)</sup> Herodot. III. 10. 7.

<sup>3)</sup> Sollte damit die Thatsache zusammenhängen, dass Ijôb's Dichter gar so wortkarg über die Eisengewinnung ist? Er kennt ja doch eiserne Geräte. Ja Beck macht es wahrscheinlich, dass zu den Arbeiten, welche die Aegypter in hartem Stein vollführten, Stahl angewendet worden sei. (S. 84.)

<sup>4)</sup> Man vergleiche Beck, a. a. O. S. 74.

<sup>1)</sup> Ritter, Erdkunde. XIV. S. 755—796 sq.

<sup>2)</sup> Brugsch (1865), Wanderungen nach den Türkisminen und der Sinai-Halbinsel. Jahrg. 1868. — Beck, a. a. O. S. 81.

<sup>3)</sup> Genaueres bei Oscar Fraas, welcher 1864 den Serbal bestiegen hat. „Aus dem Orient.“ Stuttgart, 1867. (I.) S. 8 u. flg.

<sup>4)</sup> Abbildung bei Beck, a. a. O. S. 78.



ägyptischen Bauten am Sinai entweder nicht mehr im Betriebe waren, oder dass wenigstens hier, denn die obige Schilderung des Agatharchides-Diodorus reicht bis 160 v. Chr. hinauf, die Arbeit von freien Leuten betrieben wurde.

Aber in allerneuester Zeit haben Engel<sup>1)</sup> und Wetzstein auf ein anderes Gebiet aufmerksam gemacht, das ganz in der Nähe der Heimat des Ijôb liegt: das Safâ, östlich von Damascus, ein dreieckiges Lavaplateau von erloschenen Vulkanen, umgeben von einem Walle von 5—10 m Höhe. Die Nordostecke desselben bildet der Vulcan Sês. Längs der Westseite geht die sog. Strasse der Raubzüge. Das Plateau erscheint, als wäre es in lauter Stücke gerissen, ein vulkanisches Trümmerfeld, hier schwarz, dort geisterbleich durch schneeweisse Lichenen.

Die Vulcane oder Krater aus der jungtertiären oder pliocänen Periode stehen wie reihenweise regelmässig geordnet. — Das Safâ ist menschenleer, ohne Vegetation; und doch sucht Engel, welchem der höchst verdiente Consul Dr. Wetzstein zu secundiren scheint, gerade hier eines der bedeutendsten Goldländer der Bibel. Wetzstein hat das nördliche grosse Safâ nicht besucht, aber die Beduinen haben ihm von der goldschimmernden Erde vom Berge Sês, von Ruinen daselbst und Erdhügeln erzählt, die er für Zeugnisse alten Bergbaues erklärt. — Burton 1871 war im Safâ, und hat jene Höhle Umm Nirân besucht, auf welche Wetzstein aufmerksam gemacht hat<sup>2)</sup>. Die Beduinen hatten den Consul Wetzstein erzählt, es habe ein Beduine von den Schtaje sich daselbst in dem Labyrinth der Höhlen verloren und sei erst nach drei Tagen wieder herausgekommen, sein Haar war indessen weiss geworden. — Burton bildet in seinem Reisewerke<sup>3)</sup> den Eingang der Höhle ab und gibt einen Grundriss derselben. Es erhebt sich auf dem Plateau ein niederer Basalthügel, in welchem von Ost und West her je ein Eingang zum Innern führt.

Das Thor ist ein natürlicher Bogen aus Basalt. Innen erkennt man die Menschenhand, die eine natürliche Höhle erweitert und fortgeführt hat. Der Boden der Höhle senkt sich leicht und ist mit trockenem Schlamm belegt. Vom niedrigeren eigentlichen Eingang weg, in den man nur kriechend gelangt, kommt man bald zu einem rhomboidischen Pfeiler, dann weiter vorwärts zu einem zweiten, und dann beginnt ein grabenähnlicher Kanal, 4 Fuss breit, mit niedrigen Sitzen auf beiden Seiten, welche abwechselnd 2—6 Fuss von einander entfernt sind. Das Wasser im Kanal ist stellenweise nur wenige Zoll tief, anderswo reichte es bis zur Hälfte des Beines. Der Graben macht mitten eine Wendung im Winkel von 50°. Dann folgt ein weites Gemach, vom Wasser durchschnitten, das nicht weiter verfolgt werden konnte, weil die Decke zum Wasser hinabreichte. Die Gesamtlänge der Höhle betrug (1871) 340 Fuss. Burton glaubt, dass es sich darum handelte, das Wasser den Schafen

zugänglich zu machen. Da aber das Safâ kein Weideland ist, und ein 140 Fuss langer Kanal bis zum Wasser gar nicht passend erscheint, um Heerden zur Tränke zu bringen, so erkennen Engel und Wetzstein hier einen Stollen mit einem den ägyptischen ähnlichen Mundloche, ein altes Bergwerk, das nicht mehr befahren wurde, weil die Grundwasser aufgegangen sind und nun bis an den Stollen gehen. In einer trockenen Periode mag jener Beduine in die Stollenverzweigungen gekommen sein. Auch die bis fünf Stunden sich ausdehnenden Reste von niedrigen Hütten bringen die beiden Gelehrten mit einer bestandenen Bergmannsbevölkerung in Verbindung.<sup>1)</sup> — Das Metall aber, das mit Basalt vorkommt, ist Gold, und aus philologischen Gründen sucht Engel hier das Havila der Bibel. — Es wäre also hier, wie in dem ebenfalls von Burton besuchten Midian ein basaltischer vulkanischer Golddistrict. — Da wäre nun freilich das höllische Gestein Ijôb noch deutlicher erkennbar.

Sei dem, wie immer; es entsteht in uns der Wunsch, dass jene ostjordanischen Gebiete ebenso gründlich von Geologen und bergmännischen Fachleuten — und ich kann es mir nicht versagen, das Ostjordanland als ein Eroberungsgebiet für die deutsche Wissenschaft anzusehen — durchsucht werden sollten, wie es das Libanongebiet, das eigentliche Palästina und der Sinai ist.<sup>2)</sup> Es ist ein ganz grossartiges vulkanisches Gebiet, das, wie Sie heute gehört haben, von Norden an vom Safâ, bis hinab nach Aqaba, ja noch weiter bis Hedschâz an den verschiedensten Orten von Bergleuten schon in hohem Alterthum erschlossen worden sein muss. Es würde die Mühe lohnen, ein ordentliches geologisches Bild jener Gegenden aufzurollen, die mehr als andere eine Terra incognita sind und noch reiche Metallschätze, und hie und da auch reiche Wälder besitzen; jenen alten Bergbauern nachzugehen, die bis an das höchste Alterthum zurückgehen. Sei es auch, dass wir für die Geschichte der Technik nichts Neues gewinnen; denn so primitiv wie „Ijôb“ die Bauten beschreibt, ist der Bergbau durch die Phönizier nach Griechenland und Italien (das in der späteren Römerzeit sich abweisend gegen denselben verhielt) und Spanien übertragen worden. Und die gegen Ijôb schon sehr vorgerückte Weise, wie sie Diodor und Plinius beschreiben, blieb auch durch's Mittelalter bis in die Neuzeit, da ja doch erst seit 1627 das Pulver als Sprengmittel verwendet wurde, und da doch erst nach Anwendung der Dampfmaschine und der neueren Bohrmittel die neue Epoche für den Bergbau anbricht, in welcher die Menschheit mit viel tieferer Kenntniss und mit riesenhaft starken Werkzeugen an die Bezwingung der Natur herantritt.

<sup>1)</sup> Mir kommt bei der Beschreibung der von einander getrennten Sitze die Baumwollengrotte von Jerusalem in's Gedächtniss, so dass ich fast glauben möchte, Umm Nirân sei ein Steinbruch gewesen, in welchem ein viel kleineres Quadermaterial — deren einzelne in jenen Sitzen erkennbar sein dürften — gesprengt wurde. Merkwürdigerweise befindet sich auch in der Baumwollengrotte ein nicht unbedeutender Brunnen.

<sup>2)</sup> Wir haben zu den obgenannten Schriftstellern nachzutragen: Oscar Fraas und Vom Rath.

<sup>1)</sup> Lösung der Paradiesfrage 1885. S. 153 u. flg.

<sup>2)</sup> Hauran und die Trachonen. S. 38.

<sup>3)</sup> Unexplored Syria, London 1872. Tom. I. S. 222.

## Der Ostseehafen von Liebau.

Mitgetheilt vom Wasserbau-Conducteur von Horn zu Hamburg.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XL.)

Seit vielen Jahren ist Russland unter Aufwendung grosser Mittel bestrebt, seine Ostseehäfen mit den anderen preussischen Häfen concurrenzfähig zu machen und die grossen Transporte aus dem Süden Russlands an sich zu ziehen. Wie durch die erst kürzlich erfolgte Eröffnung des neuen Seecanals von Kronstadt nach Petersburg letztere Stadt ein Seehafen in der vollen Bedeutung des Wortes geworden ist und wie ferner Reval in Folge der Eisenbahnverbindung mit Petersburg eine vermehrte Wichtigkeit erlangt hat und die dadurch gesteigerten Verkehrsverhältnisse eine Aufbesserung der Hafenanlagen im Gesamtwerthe von ungefähr 8 Millionen Mark verursachten, so hat man seit einigen Jahren auch dem Hafen von Liebau eine vergrösserte Aufmerksamkeit geschenkt. Bei der Wichtigkeit dieses Platzes für die mit der Wilna-Liebauer Eisenbahn zur Versendung gelangenden Güter musste das Bestreben der Regierung darauf gerichtet sein, den früher grösstentheils über Pillau gehenden russischen Handel über Liebau zu ziehen.

Der Erfolg der Hafenverbesserungen des letzteren Hafens ist auch nicht ausgeblieben. Während früher derselbe wegen der mangelhaften Anlagen und der ungenügenden Tiefen keine grosse Bedeutung hatte, ist die Handelsbewegung seit dem energischen Einschreiten der Regierung in den letzteren Jahren bedeutend gestiegen und hofft man, denselben im Laufe der Zeit zu einem Seehafen ersten Ranges zu gestalten. Der Umstand ferner, dass Liebau von allen russischen Ostseehäfen am längsten eisfrei bleibt, indem bis zu  $\div 10^{\circ}$  R. der Hafen noch nicht zufriert und bis zu  $\div 15^{\circ}$  R. der Eingang zum Hafen noch erreicht werden kann — Riga hat dagegen durchschnittlich eine Eisperiode von  $5-5\frac{1}{2}$  Monaten und Reval von 3 Monaten — lässt denselben in Verbindung mit den Verbesserungen einer grossen Zukunft entgegensetzen.

An der Hand des dem Verfasser gütigst von dem dortigen Hafenbauamte zur Verfügung gestellten Materiales sollen im Folgenden die theils beendeten und noch in der Ausführung begriffenen, sowie theils in Aussicht genommenen Anlagen kurz beschrieben und dadurch weiteren Fachkreisen zugänglich gemacht werden.

Die Bauten, soweit solche mit Ablauf dieses Jahres vollständig fertig gestellt sein werden, bestehen in der Erweiterung des alten, durch den Ausfluss des Liebauer Sees in die Ostsee gebildeten und in den Jahren 1862—68 angelegten Hafens und in der Anlage eines neuen Hafenbassins ausserhalb des Seestrandes. Die späteren in Aussicht genommenen Werke sollen ausschliesslich dazu dienen, die namentlich bei starken Weststürmen beträchtliche Barrenbildung an der Einfahrt des Hafens zu verringern und die Gewinnung der letzteren den binnenlaufenden Schiffen unter allen Umständen sicherer und gefahrloser zu gestalten. In Verfolg dieses alleinigen Zweckes sollen die bestehenden Hafendämme nach See zu verlängert und ausserdem zur Bildung einer geschützten Aussenrhede drei grosse Wellenbrecher in See erbaut werden, welche nördliche, westliche

und südliche Winde abhalten und für die einkommenden Schiffe mit zwei Oeffnungen von je 100 m lichter Weite versehen sind. Diese Oeffnungen liegen respective auf Nordwest und auf Südwest, so dass je nach der herrschenden Windrichtung die Schiffe darauf ihren Curs ohne Gefahr, durch seitliche Stromversetzung zu havariren, früh genug nehmen können.

In Anbetracht, dass seitens anhaltender starker Westwinde beträchtliche Sandmassen in die Mündung und in den Hafen geworfen werden — im November 1881 war die Wassertiefe so gering, dass Schiffe von nicht mehr als  $11\frac{1}{2}'$  engl. =  $3.45$  m Tiefgang nur bei ruhigem Wetter und dann auch nicht gefahrlos in den Hafen gebracht werden konnten — und dass ferner zur Wegräumung derselben ein beträchtlicher Zeitraum erforderlich ist, also immerhin auf längere Dauer die Schifffahrt wesentliche Hindernisse erleidet, erscheint es weiter nicht zweifelhaft, dass nach Fertigstellung der Hafenbauten auch diese Werke sofort in Angriff genommen werden.

### I. Vergrösserung des alten Hafens.

Nach der Fertigstellung dieser Bauten wird der alte ca. 107 m weite Hafen im Ganzen eine Quaimauerlänge von 3060 m aufweisen, von welchen 1520 m auf die nördliche und 1540 m auf die südliche Seite entfallen; die Totallänge des Hafens beträgt alsdann von der Stadtbrücke bis zu den Molen 2560 m. Die örtlichen Verhältnisse bedingten auf jeder Seite ein System von ausgedehnten Hafengeleisen; die Erweiterung derselben, sowie der Anschluss an das allgemeine Schienennetz erforderten theilweise die Niederlegung einzelner in der Nähe des Hafens belegener Stadttheile.

Die alte Einfassung des Hafens bestand, wie die punktierten Linien in Fig. 2, Taf. XL es andeuten, aus einem hölzernen, auf einer Steinschüttung liegenden Bollwerk, welches landeinwärts noch mittelst starker Hölzer verankert war. Auf den auf Mittelwasser abgeschnittenen Pfählen waren mit Lehm und Kies angefüllte Holzkasten gestellt; vor dem Bollwerke stand eine Reihe durch Holme verbundene Reibepfähle. An Stelle dieses Bollwerkes ist eine massive Quaimauer getreten; zur Fundirung derselben wurden einestheils die unter dem mittleren Wasserstande der Ostsee liegenden Constructionstheile des alten Bollwerkes mitbenutzt und anderentheils wegen der grösseren Sicherheit und wegen der Verbreiterung des Profils an der Wasser- und Landseite Spundwände hinzugefügt. Die Steinschüttung ist in dem oberen Theile durch eine Bétonschiicht ersetzt und darauf direct die Quaimauer aufgeführt.

Die Oberkante der Quaimauer liegt 2.14 m über dem mittleren und 1.30 m über dem höchsten Stande der Ostsee, hat eine untere Breite von 1.83 m und ist mit 1.20 m breiten und 0.45 m dicken Granitplatten abgedeckt.

Die Befestigung der Seeschiffe erfolgt mittelst gusseiserner, in einer entsprechenden Verstärkung der Quaimauer eingemauerten, sogenannten Poller, sowie ausserdem

noch mittelst eiserner, ebenfalls eingemauerter Schiffsringe für die kleineren Fahrzeuge. Den Verkehr vom Wasser an Land und umgekehrt vermitteln kleine eiserne Treppen, welche in entsprechenden Aussparungen des Mauerkörpers liegen und somit vor Beschädigungen geschützt sind.

Alles Uebrige ist aus der Zeichnung ersichtlich.

## II. Das neue Hafenbassin.

Da wegen der stadtseitigen Begrenzung des alten Hafens eine fernere Erweiterung desselben landeinwärts nicht möglich war, so ist man zur Anlage eines neuen Hafens an der Seeseite geschritten, dessen Eröffnung mit Ende des Jahres 1886 erfolgen dürfte. Behufs Gewinnung des dazu erforderlichen Terrains ist die Ostsee in der aus dem Situationsplane ersichtlichen Weise durch eine Seeuferbefestigung abgedämmt, sowie der nördliche Hafendamm auf 365 m Länge zur Herstellung der Einfahrt in das Bassin entfernt worden. Das in See fallende Gebiet zwischen den Quaimauern und der Seeuferbefestigung ist in der erforderlichen Höhe angeschüttet und dadurch die wasserfreie Höhe für Schuppen und Geleise gewonnen.

Die gesammte Quailänge des Hafenbassins beträgt 746 m, von welchen 300 m auf die nördliche, 186 m auf die östliche und 260 m auf die südliche Seite entfallen. Durch Ausbaggerung wird die Hafentiefe auf 5.7 m unter Mittelwasser gebracht. Die Beseitigung der im Bassin ange- troffenen alten, im Sande versunkenen Wracks verursacht

viele Schwierigkeiten; nach der Bauart, sowie nach der noch vorgefundenen Ladung lassen diese Fahrzeuge auf holländische Abstammung schliessen. Wie weit aber früher die Ostsee mehr landeinwärts gelegen haben muss, ist dadurch genügend erwiesen.

Fig. 1 zeigt das zur Ausführung gelangende Profil der Quaimauer, welches nur wenig von dem ersteren Profil abweicht. Der aus Bruchsteinen aufgeführte Mauerkörper zeigt dieselben Dimensionen; bezüglich der Fundirung ist zu erwähnen, dass die Tragfähigkeit der durch Spundwände eingeschlossenen Steinschüttung noch durch eingerammte Rundpfähle erhöht ist und der Mauerkörper direct auf einer 1.20 m starken Bétonschüttung liegt. Mit Ausnahme der Spundbohlen und Spundpfähle sind für die Gurtbalken etc. etc. rohe, unbearbeitete Rundhölzer genommen.

In gleicher Weise ist die Quaimauer mit eisernen Treppen und Schiffsringen ausgerüstet, letztere liegen so hoch über dem Wasserspiegel, eben unter der Deckplatte, dass das Durchziehen der Trossen und somit die Befestigung der Seeschiffe an der Mauer auch vom Lande aus bewerkstelligt werden kann.

In der Neigung 10:1 eingerammte und mit der Quaimauer und der Fundirung solide befestigte Rundhölzer bilden die zum directen Anlegen der Schiffe an die Mauer erforderlichen Streichpfähle.

Wegen der geringen Constructionshöhe sind Verstärkungen des Profils durch Contreforts nicht vorgesehen.

## Eingesendet.

Entgegnung auf die Recension des Herrn Dr. H. Zimmermann über meine Aufsätze in der Vereins-Zeitschrift von 1884. \*)

Der Grund, warum diese Entgegnung so verspätet erscheint, ist aus der Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines Nr. 16 und 18 d. J. zu entnehmen.

Den Gegenstand selbst anbelangend muss ich bemerken, dass die Neuheit meiner Auffassung der Natur, und die überaus kurze Darstellung meiner diesbezüglichen Gedanken in dem recensirten Aufsätze Veranlassung zu anderer Auffassung derselben und zu Missverständnissen geboten haben. Herrn Dr. H. Zimmermann's Angriffen auf meinen in Rede stehenden Versuch, die Naturerscheinungen einheitlicher zu erklären, vermag ich nur durch eine etwas ausführlichere Darstellung meiner Grundgedanken zu begegnen.

Man kann auf verschiedenen Wegen zur Erkenntniss gelangen, dass die moderne Auffassung der Naturvorgänge eine unrichtige ist. Ich will hier einen anderen als den bisherigen Weg zum Ausgang für meine Betrachtungen wählen, um möglichst wenig schon Erwähntes zu wiederholen.

Die wichtigste und noch nicht befriedigend gelöste Frage in der Naturwissenschaft lautet: Was ist Kraft? Herr Dr. Zimmermann schreibt: „In der Naturwissenschaft erscheint die Wirkung unter dem Namen ‚Kraft‘ und das Wirkende, der Sitz oder der Träger der Kraft, die stets als Wechselwirkung zu denken ist, unter dem Namen ‚Materie.‘“ Daraus ist zu entnehmen, dass die Materie nicht als Kraft aufgefasst wird, dass aber aus ihr die Kraft als Wirkung hervorgeht. Dieser Auffassung stelle ich eine andere entgegen. Ist nämlich die Materie Träger der Kraft, so wird die Materie erst durch das Wirken der Kraft wahrgenommen. Wenn aber die Materie erst durch ihre Kräfte uns zugänglich wird, so erkennen wir ja eigentlich nicht die Materie, sondern nur ihre Kräfte. Wozu ist es also nothwendig, zwei Begriffe aufzustellen? Ich sage daher: Nimmt man die Materie erst durch ihre Kräfte wahr, so schliessen wir doch lieber gleich so: Es werden von uns nur Kräfte wahrgenommen. Eine Materie als Träger der eigenen Kräfte ist demnach überflüssig. — Ueber das Wirken der Kräfte soll uns zunächst Folgendes Aufschluss verschaffen.

\*) Das Redactions-Comité sieht sich zu der Bemerkung veranlasst, dass die Aufnahme der vorstehenden Entgegnung in die Vereinszeitschrift auf Grund eines, in der Plenarversammlung am 25. April d. J. gefassten Beschlusses erfolgt, und dass hiermit die Erörterung dieses Gegenstandes in der Vereinszeitschrift als definitiv abgeschlossen zu betrachten ist.

Betrachten wir einen an die Gondel eines hochschwebenden Luftballons gebundenen Körper, z. B. eine eiserne Kugel; zweifellos ist sie eine Belastung des Ballons durch ihr Gewicht. Fragen wir: Wie entsteht das Gewicht als Wirkung, durch die Materie der Erde als Träger der Kraft? Da aus Beobachtungen hervorgegangen ist, das Gewicht eines und desselben Körpers nimmt mit seiner zunehmenden Erhebung über das Meeressniveau ab, so erscheint das Gewicht als die Folge eines die Kugelmasse ergreifenden Etwas, das sich in der Intensität seines Wirkens ändert, wenn die Masse von der Erde weiter entfernt wird. Was ist dieses Etwas? Die Naturwissenschaft sagt: Die Anziehung der Erde. Zugegeben. Wie aber kommt die Anziehung der Erde zum Ballon hinauf?

Und hier stelle ich eine Frage, die meines Wissens in dieser Form noch nicht gestellt wurde: Besitzt das die Anziehungskraft der Erde sein sollende Etwas ein Volumen? d. h. ist es eine räumliche Grösse oder nicht? Nehmen wir an, dieses Etwas sei volumlos. Ist es aber dann noch ein existirendes Etwas? Gewiss nicht, denn was kein Volumen einnimmt, existirt nicht als Etwas, das eine Wirkung, also hier das Gewicht eines Körpers hervorbringen kann. Wie also soll die Erde die Kugelmasse ergreifen, wenn das die Masse ziehende Etwas räumlich gar nicht existirt? Ist es nicht geradezu eine der grössten Unbegreiflichkeiten, in der Naturforschung anzunehmen: Von der Erde geht ein gänzlich volumloses Etwas aus, das soñach als Nichts existirt, aber dennoch im Stande ist, die von der Erde entfernten Massen anzugreifen und zur Erde zu ziehen! Wer kann solch' einen Widerspruch, dass ein räumliches Nichts, ein volumloses Etwas besteht, das Gewicht und auch Bewegung der Massen erzeugt, zur Stütze der Naturbeurtheilung aufstellen? Und dies geschieht in der modernen Naturwissenschaft, wie wir ja aus den uns Allen durch Lehrbücher und Lehrer vermittelten physikalischen Lehren wissen.

Ich sage aber: Wenn die erwähnte Kugel von einem Etwas ergriffen wird, das sich im Gewicht der Kugel äussert, dann muss dieses Etwas räumlich, es muss volumenhaft sein, weil ein unräumliches Etwas nicht wirken kann. Einen puren Geist, der von der Erde zum Ballon hinaufschwebt, überhaupt die Erde als ein räumliches Nichts umgibt, kann ich nicht als Ursache der Schwere-Erscheinungen anerkennen.

Wer nun meiner Ansicht beipflichtet, dass dasjenige, welches die Phänomen der Schwere bewirkt, nicht ein volumloses, ein physikalisches Nichts sein könne; wer nicht glaubt, ein räumlich nicht Existirendes ergreift die Körpermassen und zieht sie zur Erde: der kann nicht umhin zuzugeben, die am Ballon hängende Kugel werde von einem volumenhaften Etwas ergriffen und gegen die Erde gedrängt. Demgemäss ist die Ursache der Schwere des Körpers in einer volumenhaften Wesenheit

zu suchen, welche die Erde auf weite Entfernungen umgibt, alle Materie durchdringt und in einer erst zu erforschenden Weise es anstellt, die Körpermassen zu ergreifen und zur Erde zu ziehen. Niemand leugnet, dass die sogenannte Anziehungskraft der Erde alles Körperhafte durchdringt und durchdringt sie Alles, so führt dieser Umstand in Verbindung mit der nothwendigen Erkenntniss, dass die Schwere der Körper durch ein volumenhaftes Etwas hervorgerufen wird, dass die Körper unmittelbar ergreift, unabweislich dazu, dass die Schwerkraft ein zwar mit der Erdmasse in Beziehung stehendes volumenhaftes Etwas sein müsse, aber nicht Materie ist, nicht wie diese die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit besitzt, vielmehr die Materie durchdringt, also durchdringlich erscheint.

Sonach erkennen wir durch die vorstehende Anschauung, dass die Schwerkraft eine durchdringliche Wesenheit ist, die mit dem Erdkörper zwar in einer Beziehung steht, aber für sich selbst als eine Summe zahlloser volumenhafter Einzelkräfte besteht, die zu einem System vereinigt sind und in wahrnehmbare Wirksamkeit treten, wenn ihnen Massen dazu dargeboten werden. Diese die Erde umgebenden sinnlich direct nicht erkennbaren volumenhaften Kräfte bilden eine Sphäre um sie, welche die Attractionssphäre der Erde genannt werden kann. Diese Sphäre haben wir uns aber nicht etwa so vorzustellen, dass ihre Kräfte wie Lufttheilchen schweben, vielmehr müssen wir aus dem Umstande, dass der die Schwere der Massen verursachende Umstand den Massen nicht ausweicht, auf eine mindestens relativ starre Anordnung der Kräfte schliessen.

Da das kleinste Stäubchen im luftleeren Raum in verticaler Richtung zu Boden fällt, so erkennt man daraus auch eine verticale Richtung der Kräfte und dies führt zu der Vorstellung, die Attractionssphäre der Erde besteht aus vertical angeordneten Kräften. Denkt man sich diese Anordnung strahlenförmig, so ergibt sich die Attractionssphäre als eine Kraftstrahlensphäre der Erde.

In dieser Strahlensphäre, welche als ein mindestens relativ starres Kräftesystem aufzufassen ist, entsteht, wenn eine Masse von ihm durchdrungen wird, eine Wechselwirkung, welche im starren System eine Veränderung bewirken muss. Man hat sich vorzustellen volumenhafte Einzelkräfte, welche unmittelbar von den Massen berührt oder durchdrungen werden, erlangen zu den Kräften der Masse eine stärkere Anziehung als es jene ist, durch welche sie von ihren benachbarten Kräften der Strahlen festgehalten werden. Dadurch treten diese Kräfte aus dem Verbande mit den Kraftstrahlen aus und erscheinen als an die Masse des Körpers gebunden und ihre Wirkung ist es nun, welche das Gewicht der Masse erzeugt. Freilich ist jetzt noch nicht ersichtlich, wie dies geschieht, doch wird dies später erörtert werden.

So lange die Masse ihren Ort nicht ändert, bleiben auch die das Gewicht der Masse erzeugenden Kräfte an ihrem Orte, so dass sie räumlich noch als Mitglieder der Kraftstrahlen erscheinen. Diesen Zustand nenne ich den labilen Zustand der Schwerkraft. Kann der Körper fallen, so gehen die Schwerkraft aus dem labilen in den bewegenden Zustand über und sammeln sich auf dem fallenden Körper an, während immer wieder neue Kräfte aus den Kraftstrahlen durch Wechselwirkung mit der Körpermasse labil werden und das Gewicht der Masse erzeugen.

Wird ein Körper aufwärts geworfen, so ist das Gesetz der Wechselwirkung umgekehrt; anstatt dass Kräfte aus den Kraftstrahlen austreten, fordern sie einen Ersatz für frühere Verluste; es treten Kräfte allmählig in gesetzmässiger Weise in die Kraftstrahlen, aus dem labilen Zustande in den gebundenen Zustand zurück; von den aufwärts bewegenden Kräften ordnen sich an jedem Massentheilchen einige in den labilen Zustand, ein und gehen von diesem in den gebundenen Zustand über. Bei fortgesetzter Aufwärtsbewegung verschwinden demnach die bewegenden Kräfte der Reihe nach durch den labilen Zustand hindurch in den gebundenen Zustand der Attractionssphäre der Erde.

Es ist wohl selbstverständlich, dass ich diesen Vorgang Niemandem zeigen kann, wie ja auch Herr Dr. Zimmermann Niemandem die Kraft, welche als Wechselwirkung zu denken ist, in dieser Action sinnlich erkennbar vorzuführen vermag. Diese Vorgänge werden nur durch Denken und Erwägen erschlossen und ein fortgesetztes Vergleichen der Folgerungen mit den Thatsachen kann erst lehren, ob die als richtig gewählten Vorgänge Anspruch auf Glaubwürdigkeit haben.

Der geehrte Leser dürfte sich nach vorstehender Darlegung wohl ein Bild davon entwerfen können, wie das so viel untersuchte und bisher ungelöste Problem des Entstehens der Schwere seine Lösung durch volumenhafte Kräfte findet.

Ich gehe zu einer anderen Betrachtung über. Zu dem Kraftbegriffe gehört noch ein höchst wichtiges Moment, welches Herr Dr. Zimmermann ganz mit Schweigen übergeht, nämlich der Beharrungszustand der Körpermassen in geradliniger und gleichförmiger Bewegung, wenn keine Störungen die Bewegungen abändern. Wie kommt es denn, dass eine unbeladene Masse eine ihr ertheilte Bewegung ohne Hinzukommen neuer Ursachen beibehält? Warum hat denn Herr Dr. Zimmermann dieses Thema nicht auch erwogen? Allerdings ist es in der Wissenschaft gebräuchlich, von einem Beharrungsvermögen der Körper zu sprechen; ist es aber auch wahr, dass sie es besitzen? Die Prüfung dieser Frage fällt verneinend aus. Denn, wenn ein Körper sich leblos, d. i. unthätig oder passiv verhält, so ist jede Ortsveränderung, die mit ihm vorgeht, die Folge eines auf ihn ausgeübten Zwanges; er kann nicht den kleinsten Weg von selbst zurücklegen, weil das ein Widerspruch gegen das Passivsein wäre.

Verharrt demnach ein Körper auf hindernissloser Bahn in seinem Bewegungszustande, so ist dieses Verharren das Ergebniss eines auf ihn

ausgeübten Zwanges, es muss in ihm eine Ursache vorhanden sein, die ihn in dem Bewegungszustande erhält und diese Ursache ist gerade so als Kraft zu bezeichnen, wie jene, welche als Schwerkraft die Körper zur Erde zieht. Nur unterscheiden sich beide Beispiele dadurch, dass bei dem Verharren in der hindernisslosen Bewegung neue Kräfte nicht zuwachsen, was beim Fallen der Körper aber geschieht. Das ist aber kein Unterschied im Wesen der Kraft — denn sie ist und bleibt Ursache der Bewegung.

Richtig ist es, Kraft ist Ursache der Bewegungsänderungen, aber hinzugefügt muss werden, dass die Kräfte auch die Ursachen der Bewegung dann noch sind, wenn keine Bewegungsänderung eintritt, sondern die Bewegung nach Richtung und Grösse unverändert bleibt. Die Physiker vermengen Kraft und Kraftquelle, Einzelkräfte und Kräftesummen mit einander, wenn sie sagen, eine Kraft hört auf einen Körper zu wirken auf, sobald er seinen Bewegungszustand nicht mehr ändert. Das ist entschieden unrichtig. Die Kraftquelle, aus welcher die Einzelkräfte auf den zu bewegenden Körper übergehen, hört auf, Einzelkräfte an den Körper abzugeben und dies ist die Ursache, warum der Körper seine Bewegung nicht ändert. Dass er sie aber beibehält, daran sind die von der Kraftquelle abgegebenen Einzelkräfte schuld. Entfernt man sie von ihm, so werden die Kräfte an anderer Stelle wirken und der Körper geht in den Zustand der Ruhe über.

Ich bekämpfe somit die herrschende Ansicht: „Die im Beharrungszustande hindernissloser Bewegung befindlichen leblosen Massen bewegen sich ohne Zwang von selbst weiter“, weil diese Ansicht im Widerspruch mit dem Begriffe einer passiv sich verhaltenden Masse steht; ich erkenne aber an, wie es früher in der Wissenschaft gebräuchlich war: Die Ursache einer jeden Bewegung, inclusive jeder Bewegungsänderung, ist Kraft.

Und sprechen nicht die Thatsachen dafür? Ist eine abgeschossene Kugel, die mit der Kraftquelle ihrer Bewegung nicht mehr in Berührung steht, nicht der Träger einer Kraft? Woher kommt denn die Kraft, mit welcher die Kugel ein Brett durchlöchert, also Holzfasern aus ihrem Zusammenhange reisst? Woher kommt denn jene Wechselwirkung, welche Herr Dr. Zimmermann als Kraft bezeichnet?

Sind wir es auch nicht gewohnt, uns die Kräfte als für sich bestehende volumenhafte Wesenheiten vorzustellen, so müssen wir deshalb die Gewohnheit nicht als Grund ansehen, uns einer besseren Erkenntniss des Wesens der Kräfte zu verschliessen. Drängt uns eine vorurtheilsfreie Betrachtung zur Erkenntniss, die Kräfte sind volumenhafte Wesenheiten, so müssen wir uns ihr anschliessen, gleichgiltig, welche Ansicht über die Kräfte existirte, deren Berechtigung sich nicht mehr aufrecht erhalten lässt.

Noch eine weitere Betrachtung. Gerade so, wie Herr Dr. Zimmermann der Ursache des Beharrungszustandes der Körper bei hindernissloser Bewegung aus dem Wege geht, so vermeidet er es auch, die Ursache der Widerstände der Körper zu begründen, welche sie sowohl bei dem Uebergange aus dem Zustande der Ruhe, sei sie absolut oder relativ, in jenen der Bewegung, als auch bei jeder Bewegungsänderung der sie angreifenden Kraft entgegensetzen.

Man betrachte folgendes Beispiel. Ueber eine leicht bewegliche Rolle  $R$  mit Schnurlauf und horizontaler Achse sei ein möglichst biegsamer Faden  $f$  gehangen, so dass an dem der Rolle sehr nahen Ende ein Gewicht  $P$ , an dem anderen, tief unter der Rolle hängenden Ende ein Gewicht  $Q$  hängt; es soll  $P$  nur um so viel grösser als  $Q$  sein, als nothwendig ist, um die Reibung in den Achsenlagern, das Bewegen der Rolle, das Biegen der Schnur und den Luftwiderstand möglichst zu überwinden, so dass es nur des minimalsten Uebergewichtes an  $P$  bedarf, um Bewegung einzuleiten. Man darf aber genau genug für diese Betrachtung  $P = Q$  setzen. Hängen wir an  $P$  ein kleines Uebergewicht  $p$ , so entsteht Bewegung, welche nach den Beobachtungen auch eine gleichförmig beschleunigte wie beim freien Falle ist, nur erscheint die Beschleunigung  $g'$  kleiner, als die des freien Fallens  $g$ .

Die bewegende Kraft entwickelt sich aus der Wechselwirkung der Masse des Uebergewichtes  $p$  mit den Kräften der Attractionssphäre der Erde und es entsteht die Frage: Wie viele Kräfte entwickeln sich aus dieser Wechselwirkung in der Zeiteinheit?

Die Antwort kann im Sinne der volumenhaften Kräfte gegeben werden, wenn man voraussetzt, dass die Materien selbst nur Kräftesysteme sind, dass Materie nicht etwas ganz Eigenes ist, das erst der Kräfte bedarf, um uns sinnlich wahrnehmbar zu werden. Also vorausgesetzt, die Materien der Körper sind bestimmte Kräftesysteme, so ist die Wirkung derselben auf die Attractionssphäre der Erde, so lange keine Verschiedenheit in der Constitution beider eintritt, in der Zeiteinheit dieselbe, denn es ist nicht vorzusetzen, dass die Kräfte mit dem Verlauf der Zeit andere werden. Aendern sich aber die Kräfte nicht, so ist die in der Zeiteinheit aus der Attractionssphäre frei werdende Menge von Kräften, welche nach früherer Erörterung aus dem labilen in den bewegenden Zustand übergehen, für dieselbe Masse gleich gross, nur der Zahl nach nicht bekannt. Aber diese Gleichheit für jede Zeiteinheit ist vollkommen genügend.

Wenn nun jeder Einzelkraft (in meiner Abhandlung Kraftmolecul genannt) dieselbe Wirkung in der Zeiteinheit zukommt, also jede Einzelkraft in einer erst zu erforschenden Weise eine bestimmte Bewegung erzeugt, so wird die Bewegung des fallenden Körpers eine gleichförmig beschleunigte werden, weil in gleichen Zeiten gleiche Kraftzuwüchse erfolgen. Die vom frei fallenden Körper  $p$  erreichte Geschwindigkeit ist somit eine Folge des Wirkens der in  $p$  angesammelten Schwerkraft.

Hier schiebe ich eine nothwendige Zwischenbetrachtung ein.

Ich denke mir  $p$  sei frei und falle in der Zeiteinheit durch eine gewisse Höhe  $h$ , wenn keinerlei Fallhinderniss existirt und  $v$  sei die erreichte Endgeschwindigkeit. Sodann denke ich  $p$  auf seinen ersten Ort zurückgebracht und innerhalb  $h$  werde eine schwache Membran horizontal festgehalten. Fällt  $p$  und durchreist es die Membran, so ist nach der Zeiteinheit der Fallraum  $h_1$  kleiner als  $h$  und die Endgeschwindigkeit  $v_1$  kleiner als  $v$ , obwohl dieselbe Menge labiler Kräfte sich in bewegende Kräfte verwandelt hat. Der Grund ist offenbar der, dass die jetzt in  $p$  fehlenden Kräfte auf die Ueberwindung des Membran-Widerstandes verwendet worden sind. Versetzt man  $p$  abermals zurück an seinen ersten Ort und schiebt mehrere Membranen dem  $p$  in den Weg, so werden in der Zeiteinheit der Fallraum und die Endgeschwindigkeit um so kürzer werden, je mehr Membranen eingeschoben wurden und je grösser die Einzelwiderstände waren.

Keihen wir jetzt zum ersten Beispiel zurück, in welchem  $p$  mit  $P$  verbunden ist. Auch hier finden wir, dass  $p$  in der Zeiteinheit einen kürzeren Fallraum zurücklegt und eine kleinere Endgeschwindigkeit als im freien Fallen erreicht. Es müssen also hier Widerstände überwunden worden sein und die verbrauchten Kräfte müssen, wie sie vorhin in die Membranen übergegangen sind, jetzt auch irgend wohin gekommen sein und zur Ueberwindung von Widerständen dienen. Es zeigt sich aber nichts Anderes, als dass die Massen  $P$  und  $Q$  mit  $p$  in Bewegung geriethen und da  $P$  mit  $Q$  durch den Mechanismus der Rolle im statischen Gleichgewichtszustande steht und das Heben von  $Q$  durch das Sinken von  $P$  ausgeglichen wird, so sieht man ein, dass von  $p$  keine Kraft aufgewendet wird, um  $Q$  zu heben und  $P$  zu senken. Und dennoch setzen  $Q$  und  $P$  den bewegenden Kräften von  $p$  einen Widerstand entgegen! Woher kann dieser Widerstand nun kommen? Da nichts da ist, welches diesen Widerstand erzeugen kann, als der Raum, so bleibt nichts übrig als die Erkenntniss: Der Raum an sich ist eine feststehende Wesenheit, welche in ihrer Wechselwirkung mit  $p$ ,  $P$  und  $Q$  diese Massen festhält und das Losreissen der Massen aus der Raumverbindung jenen Widerstand darbietet, den vorhin die Membranen dem  $p$  dargeboten haben.

Der Raum ist aber eine absolut feststehende Wesenheit; denn auf ihn geht von den frei werdenden Kräften nichts über, da eben alle von  $p$  verloren gegangenen Kräfte auf  $P$  und  $Q$  übergegangen sind und mit ihrem stetigen Zuwachsen auch  $P$  und  $Q$  in eine gleichförmig beschleunigte Bewegung versetzt haben.

Die bewegenden Kräfte werden, wie ich in meiner Schrift dargethan habe, durch den Ausdruck  $mv$  gemessen. Waren die Kräfte eine Zeiteinheit lang im Zuwachsen begriffen und ist  $g'$  die Endgeschwindigkeit nach der Zeiteinheit in  $P$ ,  $Q$  und  $p$ , so ist die in diesen Massen angesammelte Kraft gleich der Masse von  $(P+Q+p)$  mal  $g'$ . Und weil diese Kraft einzig und allein aus der Wechselwirkung von  $p$  mit der Attractionssphäre der Erde resultirt und in gleichen Zeiten gleich viel Kräfte aus dem labilen in den bewegenden Zustand übergehen, so ist die in  $p$  in der Zeiteinheit durch Wechselwirkung entstandene Kraft gleich der Masse von  $p$  mal der Endgeschwindigkeit  $g$  und sonach ergibt sich durch Gleichsetzen:  $(P+Q+p)g' = pg$ , wobei auch  $P$ ,  $Q$  und  $p$  anstatt den Massenzahlen die ihnen proportionalen Gewichtszahlen bedeuten können. Diese Gleichung entspricht aber vollkommen den Thatsachen.

Wir sehen hieraus, dass die Volumtheorie der Kräfte mit den Thatsachen und mit der Rechnung stimmt und ich schliesse, dass meine Anschauung über die Kräfte und den Raum eine richtige ist, da die Verbindung der hier entwickelten Begriffe von Kräfte und Raum mit den Erscheinungen harmonirt. Wie kommt es aber, wird man fragen, dass die moderne Mechanik doch aus diesem Resultate gelangt, ohne diese Ansicht von Kraft und Raum? Es kann doch nicht zweierlei, einander widersprechende Wahrheiten geben!

Die Antwort ist einfach. Die moderne Mechanik entwickelt ihre Ansichten nicht einheitlich, so dass ein Ergebniss aus dem andern fliest, sondern nimmt empirisch, also auf dem Wege der Erfahrung die Erscheinungen, sucht ihre Gesetze und verbindet sie. Sind die Gesetze richtig, so sind es auch ihre Verbindungen und so kommt es, dass die moderne Mechanik richtige Ergebnisse durch ihre Sätze erzielt, die Erscheinungen aber nicht einheitlich erklärt. Ich weise darauf hin, dass das Entstehen der Bewegung, das Verharren in derselben, wenn keine Hindernisse vorhanden sind, der Widerstand der Massen, den sie einer Veränderung ihres Ruhe- oder Bewegungszustandes entgegensetzen, das unvermittelte Wirken der Massen in die Ferne u. v. a. in der Wissenschaft als Erfahrungsthatigkeiten hingenommen werden, die nebeneinander bestehen, ohne dass ein innerer physikalischer Zusammenhang angegeben wird. In der Volumtheorie der Kräfte stehen aber diese Erscheinungen nicht unvermittelt nebeneinander, denn aus denselben Kräften, aus welchen die eine Erscheinung hervorgeht, geht auch jede andere hervor und ist die Wesenheit des Raumes ein die vollste Einheit des Weltganzen herstellender Factor.

Es sei mir noch gestattet, diesen überaus wichtigen Zusammenhang zu besprechen. Natürlich setze ich voraus, der geehrte Leser habe sich die bisher schon besprochenen Vorstellungen bereits zu eigen gemacht. Betrachten wir nochmals das Fallen eines Körpers zur Erde und sein Emporsteigen von ihr. Die Wechselwirkung der Kraftsphäre der Erde mit den Kräften der bewegten Masse ist im ersten Falle die Ursache des Ueberführens labiler Kräfte in bewegende, im zweiten Falle die Ursache des Ueberführens labiler Kräfte in gebundene.

Das entgegengesetzte Verhalten der Attractionssphäre der Erde gegen die labilen Kräfte ihrer Masse, je nachdem sie fällt oder steigt,

deutet auf eine Verschiedenheit der in den Kraftstrahlen gebundenen Einzelkräfte in ihren zwei Hälften, so dass die eine der Erde zugewendete Hälfte anders in der Wechselwirkung mit der Masse functionirt, als die ihr abgewendete Hälfte. Dadurch ergibt sich die Vorstellung, die Einzelkräfte sind polar, sie haben in ihren beiden Hälften verschieden wirkende Eigenschaften.

Wenn nun die Kräfte in ihrer volumenhaften Wesenheit polar sind und wenn sich zeigt, dass die in den Kraftstrahlen der Erde gebundenen Kräfte bei seitlich auftretenden Bewegungen, nämlich bei Bewegungen auf schiefen Ebenen, sich nach allen Seiten gleich verhalten, so ergibt sich, dass die Formen der Einzelkräfte eine Achse haben und sich um diese Achse herum symmetrisch verhalten. Ich habe die Vorstellung eingeführt, dass wir uns etwa die Form einer Einzelkraft wie ein Prisma mit quadratischer Basis denken können, dessen jede durch einen zur Achse senkrechten mittleren Schnitt entstehende Hälfte ein verschwindend kleiner Würfel sei, von welchen der eine  $a$  die positiv, der andere  $w$  die negativ sich verhaltende Hälfte der Einzelkraft sei, deren äussere Grundflächen die Pole bilden. Der Inhalt der Würfel ist die uns unbekannte Wesenheit der Kraft; sie ist aber keinesfalls Materie, da ja die Materie selbst erst aus dem entsprechenden Zusammentreten von Einzelkräften  $a$  und  $w$  entsteht; die Kraftwesenheiten  $a$  und  $w$  sind daher als durchdringlich aufzufassen, so zwar, dass sich durchdringende  $a$  das Bestreben haben, in Durchdringung zu bleiben, sich durchdringende  $w$  aber aus der Durchdringung herauszukommen streben. Wenn nun sehr viele  $a$  sich so vereinigen, dass die  $a$  nach einwärts, die  $w$  nach auswärts gekehrt sind, so entsteht ein polyëderartiges Kräftesystem, das nach Aussen die negativen Pole der Einzelkräfte kehrt und solch' ein Kräftesystem erscheint wegen der nach Aussen gewendeten negativen Pole gegen jedes andere ebenso gebaute Kräftesystem undurchdringlich, es ist materiell. Die Undurchdringlichkeit entsteht also erst dann, wenn ein solches polyëdrisch gebautes Kräftesystem als Ganzes, ein anderes polyëdrisches Kräftesystem durchdringen sollte; und noch mehr tritt diese Undurchdringlichkeit auf, wenn ganze Gruppen von solchen Kräftesystemen, nämlich materielle Atome und Moleküle, zur gegenseitigen Durchdringung gezwungen werden sollen. Wenn nun noch an solche Kräftesysteme sich radial Einzelkräfte ansetzen, die sich aber nimmermehr so intensiv durchdringen können, weil gegenüberstehende Kräfte durch das bereits bestehende Kräftesystem getrennt sind, so sieht man ein, wie sich auch zu dem eigentlich undurchdringlichen Kräftesystem, das als materieller Kern aufzufassen ist, eine Kraftstrahlensphäre bildet. Ich frage: Vermag die atomistische Theorie Materie und Kraft und Undurchdringlichkeit der Massen in einen so innigen Zusammenhang zu bringen, wie dies nach der Volumtheorie der Kräfte möglich ist?

Betrachten wir jetzt eine Einzelkraft in ihrer Beziehung zu der feststehenden Raumwesenheit. Die polare Beschaffenheit der Kräfte muss selbstverständlich eine verschiedene Wechselwirkung mit der Raumwesenheit zeigen und wenn die Wechselwirkung mit  $a$  bedacht wird, so erkennt man, dass fünf Seitenflächen des Würfels  $a$  nach aussen gekehrt sind, dass daher die Wirkung der Raumwesenheit, welche an  $a$  angrenzt, auf der äusseren zur Achse senkrechten Quadratfläche, d. i. am Pole eine ganz andere ist, weil sie freier Raumwesenheit entstammt, als die Wirkung der von  $w$  durchdrungenen Raumwesenheit auf die innere an  $w$  angrenzende Quadratfläche und dieser Verschiedenheit ist das Entstehen der Bewegung der Kraft  $a$  in der Raumwesenheit zuzuschreiben, das ich bei dem Mangel an Worten in unserer Sprache nicht anders als ein fortziehendes bezeichnen kann. Nach dem zu der Achse der Einzelkraft senkrechten seitlichen Richtungen hebt sich jede fortziehende Wirkung auf  $a$  durch eine entgegengesetzt gerichtete auf, daher wird die Bewegung eine geradlinige.

Ist eine Einzelkraft polar, d. h. im Verhalten ihrer beiden Querhälften  $a$  und  $w$  gegensätzlich, so wird, wenn die Wechselwirkung zwischen der Raumwesenheit und  $a$  eine das  $a$  nach auswärts ziehende ist, die Wechselwirkung mit  $w$  eine nach einwärts ziehende sein, die ich als eine festhaltende Wirkung bezeichnen muss, die sonach als Widerstand für die Bewegung durch  $a$  erscheint. Demgemäss ist eine Einzelkraft, in Folge ihrer polaren Wechselwirkung mit der absolut feststehenden Raumwesenheit, bewegende Kraft und Widerstand gegen Bewegung zugleich und weil Bewegung eintritt, so überwiegt die Wirksamkeit der Raumwesenheit mit  $a$  jene mit  $w$  und das Fortbewegen einer Einzelkraft im freien, aber wesenhaften Raume ist nichts anders, als ein fortwährendes Ueberwinden eines Widerstandes, hervorgegangen aus  $w$ , durch das Wirken hervorgegangen aus  $a$ , mit der Wesenheit des Raumes, d. h. das Wirken einer sich bewegenden Einzelkraft ist ein Arbeiten.

Die Einzelkraft  $a$  und  $w$  vermag also nicht durch sich allein sich fortzubewegen; die Bewegung ist erst eine Folge der Wechselwirkung der Kraft mit dem feststehenden Wesen des Raumes und gleichzeitig ist dies Fortbewegen ein Arbeiten der Kraft.

Ueberlegt man sich jetzt das Wirken zwischen dem einfachsten materiellen System, wie ich es vorhin beschrieb und das ich Aetom nenne, so sieht man ein, dass die aus der Wechselwirkung aller  $a$  mit der Raumwesenheit resultirenden Bewegungen sich nicht summiren, sondern geradezu aufheben, hingegen die Wechselwirkungen des Raumes mit allen  $w$  sich summiren. Und diese Summirung ist es, die als Beharrungswiderstand der Massen auftritt, wenn ein Körper aus der Ruhe in die Bewegung versetzt werden soll. Ich nenne dieses Festhalten innere Raumanziehung des Aetoms.

Kann die atomistische Theorie den Beharrungswiderstand erklären?



Die Einzelkräfte repräsentiren im Bewegungszustande nach dem Vorigen eigentlich mechanische Arbeiten, deren Intensität constant ist. Treten Einzelkräfte in die Kraftsphäre eines Aetoms hinein, ohne aber Mitglieder der gebundenen Kräfte der Kraftstrahlen zu werden, und verbinden sie sich mittelst der negativen Pole der  $w$  mit dem materiellen Kerne des Aetoms, so sind die  $a$  nach auswärts gekehrt und werden bewegend. Die diesen bewegendenden Kräften zukommenden Arbeits-Intensitäten haben jetzt aber auch die innere Raumanziehung des Aetoms zu überwinden, welche in jedem Momente neu auftritt, weil die Raumwesenheit absolut stetig ist. Der von den bewegendenden Kräften zu überwindende Widerstand, d. i. die innere Raumanziehung nimmt deshalb proportional mit dem zurückgelegten Wege des Aetoms zu.

Nachdem aber die Arbeits-Intensität der Kräfte nicht willkürlich sondern constant ist, so werden sie in gleichen Zeiten gleiche Arbeit leisten; daher werden die bewegendenden Kräfte einen umso geringeren Weg in der Zeiteinheit zurücklegen, je grösser die zu überwindende innere Raumanziehung ist, d. h. je mehr Aetome, oder je mehr materielle Massen sie bewegen. Aber, und das ist höchst bedeutend, das constante Verhältniss zwischen der Menge der bewegendenden Kräfte und der bewegten Masse, welches ein dynamisches Gleichgewicht bedeutet, kann in gleichen Zeiten die Zurücklegung nur gleicher Wege zur Folge haben — denn dies ist das Entstehen des Beharrungszustandes in der Bewegung. Kann die atomistische Theorie ihn auch durch physikalische Anschauungen erklären?

Wenn ein im Beharrungszustand der Bewegung befindlicher Körper schneller bewegt werden soll, so muss man ihm Kräfte beibringen, welche in der Bewegungsrichtung wirken; da die hinzukommenden Kräfte auch arbeiten, so vermögen sie die Massen in der Zeiteinheit weiter zu bringen, als es die früheren Kräfte zu thun vermochten, d. h. sie vergrössern die Geschwindigkeit. Das Abgeben der Kräfte an diesen Körper wird als Ueberwindung eines Beharrungswiderstandes für den Zustand der Bewegung empfunden. Kann ihn die atomistische Theorie ebenfalls erklären?

Alle diese Erklärungen kann sie nicht geben, weil ihr der Versuch, eine Vorstellung vom Wesen der Kraft zu geben, misslungen ist.

Herr Dr. Zimmermann wirft mir vor, dass ich die Geschwindigkeit absolut auffasse, alle Geschwindigkeit aber relativ ist. Dies beweist, dass sich der Herr Recensent in meine Arbeit nicht vertiefte, denn sonst hätte er erkennen müssen, dass meine Betrachtungen ebenso gelten, wenn den Massen, die wir betrachten, neben allen ihren verschiedenen Bewegungen eine allen gemeinsame Bewegung zukommt, gleichgiltig ob wir sie kennen oder nicht. Das Kraftmaass  $k = m v$  gilt genau so gut für relative Bewegungsverhältnisse, wie für absolute; denn auch die hinzukommenden Kräfte kann man nach der Form  $k = m v$  messen, wenn  $v$  die dadurch bedingte Geschwindigkeitszunahme ist. Dass der Herr Recensent meine Gedanken wenig eingehend geprüft hat, beweist auch sein Ausspruch: „ebensowenig Sinn hat es, zu behaupten, die Menge

der Kraftsubstanz in  $m$  sei von dem Bewegungszustande des Beobachters abhängig“, denn nirgends habe ich in meiner Schrift dergleichen behauptet; es kann hier nur ein Missverständniss obwalten. Ebenso zeigt es von Missverständnissen, wenn er sagt: „Denn wenn die Kraft  $k$  mit der inneren Raumanziehung im Gleichgewicht ist, so kann sie Nichts zu der äusseren mechanischen Leistung beitragen“ — denn ich habe ja nicht ein statisches, sondern ein dynamisches Gleichgewicht vor Augen, da ja in meiner Schrift es ausdrücklich heisst: „... mit der inneren Raumanziehung in's Gleichgewicht, in Folge dessen  $v$  entstand.“ Wie könnte denn aus dem statischen Gleichgewicht auf das Entstehen einer Geschwindigkeit geschlossen werden?

Auch die Idee wird missverstanden, wie ich capillare Verhältnisse zur Erklärung des Entstehens der Bewegung benütze. Ich will dies deutlicher geben. Stellen wir eine enge Glasröhre vertical in ein ruhendes Wasser, so steigt im Innern das Wasser empor. Ich betrachte das als eine Wirkung der Kräfte, welche von den an die Oberfläche des Wassers grenzenden Stellen des Glases auf das Wasser wirken. Das Wasser soll für meinen Vergleich das  $a$  meiner Einzelkräfte  $a w$  sein und das Glas stellt mir die an  $a$  angrenzende Raumwesenheit dar; folglich denke ich mir, ähnlich wie sich hier in der capillaren Röhre das Fortziehen des Wassers durch seine Wechselwirkung mit den Kräften des angrenzenden Glases kundgibt, so gebe sich auch die Wechselwirkung der  $a$  mit der angrenzenden Raumwesenheit durch Bewegung der Einzelkräfte kund.

Wenn Dr. H. Zimmermann seine Recension mit dem Satze schliesst: „Die Einheitsbestrebungen der menschlichen Vernunft aber drängen dazu, möglichst wenig verschiedene Substanzen anzunehmen und die Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen durch Bewegung zu erklären“, so ist es gewiss richtig, möglichst wenig Substanzen zuzulassen; aber, so frage ich, ist die Existenz von mehr als siebenzig Grundstoffen in der Chemie ein Beweis dafür, dass die Naturforschung ihrem Ziele schon nahe ist?

Dann frage ich auch: Wie ist es denn denkbar, „die Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen durch Bewegung zu erklären?“ Ist denn Bewegung ein mit Eigenschaften ausgerüstetes Wesen für sich, welches denkt und die Materie als rein passives Object lenkt?

Zu solch' einer mir unverständlichen Naturauffassung vermag ich mich nicht zu bekennen. Ich halte daran fest: Bewegung ist das Resultat von Kräftewirkungen und nicht Bewegungen, sondern die sie erzeugenden volumenhaften Kräfte sind die Ursachen aller Erscheinungen in der Natur.

Wien, im October 1885.

Jos. Schlesinger.

**Berichtigung.** In der Tabelle der Brücken der galiz. Transversalbahn auf S. 125 (Heft III) soll es in der letzten Zeile, drittletzte Spalte anstatt 850.2 richtig 1275.3 heissen.



# Oesterreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

## Petitionen

betr. Zuerkennung des Wahlrechtes an verschiedene Kategorien von Technikern ohne Rücksicht auf die Steuerleistung.

Laut Beschluss der Geschäftsversammlung vom 19. December 1885.

G. Z. 134/35 ex 1886.

### Hohes Herrenhaus!

Unsere Gesetzgebung räumt ohne Rücksicht auf Steuerzahlung einer Reihe solcher Staatsbürger das Wahlrecht in die Gemeinde-, Landes- und Reichsvertretung ein, welche entweder eine höhere wissenschaftliche Vorbildung genossen haben oder in öffentlicher Stellung sich befinden, beziehungsweise ein öffentliches Amt bekleiden. Demzufolge besitzen insbesondere dieses Wahlrecht:

die im Inlande promovirten Doctoren aller Facultäten, überall;  
die Patrone und Magister der Chirurgie und die Magister der Pharmacie, beziehungsweise in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg;

Advocaten und Notare in Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Steiermark;

Männer, welche die politische oder Richteramtsprüfung abgelegt haben, in Salzburg;

diplomirte und selbstständige Wundärzte in Kärnten und Krain;

die Vorstände und Oberlehrer von Volksschulen, überall;

die Lehrer an Volksschulen in Dalmatien, Galizien, Kärnten und Steiermark, und die mit Decret angestellten Unterlehrer in Nieder-Oesterreich.

Blos die Gemeinde-Wahlordnung für Dalmatien vom 30. Juli 1864 räumt dieses Wahlrecht in unzweideutiger Weise auch denjenigen Gemeindeangehörigen ein, welche höhere technische Studien zurückgelegt haben, während das Gemeindestatut für Marburg vom 23. December 1871 diese Berechtigung blos auf die diplomirten Techniker beschränkt. In allen anderen Wahlordnungen erscheint also bis heute der Techniker noch immer nicht in der Kategorie jener Wähler, denen dieses wichtige, constitutionelle Recht auf Grundlage der wissenschaftlichen Vorbildung zukommt.

Zu wiederholten Malen hat bereits das hohe Herrenhaus Wünsche, die aus dem Kreise der Techniker laut wurden, entgegengenommen und billigen Forderungen seine mächtige Unterstützung geliehen. Umso vertrauensvoller wendet sich deshalb der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein an das hohe Herrenhaus mit der ehrfurchtsvollsten Bitte:

„Hochdasselbe wolle die hohe Regierung bestimmen, Gesetzesvorlagen der verfassungsmässigen Behandlung zuzuführen, in welchen unter den gleichen Modalitäten als für andere Stände das Wahlrecht ohne Rücksicht auf Steuerzahlung zuerkannt werde:

1. den Diplomirten der österreichischen technischen Hochschulen;

2. denjenigen Technikern, welche die an österreichischen technischen Hochschulen vorgeschriebenen Staatsprüfungen mit Erfolg bestanden haben;

3. den behördlich autorisirten Privat-Technikern und Bergbau-Ingenieuren.“

Weil der blose Vergleich der Einzelforderungen mit den Eingangs angeführten speciellen Wahlberechtigungen deutlich genug spricht, so wolle das hohe Haus gestatten, dass wir uns auf die nun folgende kurze Motivirung der Einzelforderungen beschränken.

Ad 1. Die Anforderungen, welche rücksichtlich des Nachweises der erworbenen Kenntnisse an die Candidaten der Diplomprüfungen an technischen Hochschulen gestellt werden, stehen gewiss jenen Forderungen nicht nach, denen die Doctoranden zu genügen haben; eben deshalb wird es wohl gestattet sein, auch in Ansehung des Wahlrechtes aus dem Diplom der technischen Hochschule jenes Recht abzuleiten, welches dem Doctordiplom allgemein zugesprochen ist.

Ad 2. Nebst den Doctoren gebührt aber nach den jetzt geltenden Wahlordnungen in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg auch noch das Wahlrecht den Patronen und Magistern der Chirurgie, beziehungsweise den Magistern der Pharmacie, also ohne Rücksicht auf ihre sonstige sociale Stellung Männern, welche hinsichtlich ihrer geistigen Bildung den die Hochschule verlassenden Techniker bei Weitem nicht erreichen.

Da zufolge Allerhöchster Entschliessung vom 20. März 1871 Patrone und zufolge der Rigorosenordnung vom 15. April 1872 Magister der Chirurgie nicht mehr creirt werden, so wollen wir an dieser Stelle blos die Pharmaceuten in Vergleich ziehen. Im Sinne des Ministerial-Erlasses vom 14. Juni 1859 hat derjenige, welcher das Magisterium der Pharmacie anstrebt, sich auf Grund eines guten Fortgangszeugnisses der IV. Gymnasialklasse um die Aufnahme als ausserordentlicher Hörer der Universität zu bewerben und nach zweijährigem Besuche derselben drei „strenge Prüfungen“ mit Erfolg zu bestehen.

Dem entgegen erlangt der Techniker nur auf Grund des Maturitätszeugnisses einer Mittelschule die Aufnahme an das Polytechnikum, nach zweijährigem eifrigem Studium hat derselbe die erste Staatsprüfung zu bestehen, sodann, je nach der Fachschule, zwei oder drei Jahre dem eigentlichen Fachstudium im Constructions-Saale oder Laboratorium zu widmen, um sich dann erst um die Zulassung zur II. Staatsprüfung bewerben zu können. — Dass dieser Techniker, falls er diese II. Staatsprüfung mit Erfolg bestanden, in Ansehung der politischen Rechte den vorhin genannten Sanitätspersonen nicht nachgesetzt sein will — diese Forderung wird wohl nicht als unbillig gelten können.

Ad 3. Zufolge Allerhöchster Entschliessung vom 6. October 1860 wurde das Intitut der behördlich autorisirten Privat-Techniker geschaffen. Im Sinne der mit Staats-Ministerialverordnung vom 8. December 1860 publicirten „Grundzüge“ sind die in Rede stehenden Techniker umso mehr öffentliche Organe, als ihre Amtshandlungen nicht blos unter amtlicher Autorität erfolgen, sondern ihre Beurkundungen etc. von den Administrativ-Behörden in derselben Weise angesehen werden, als wenn dieselben von landesfürstlichen Beamten unter amtlicher Autorität ausgefertigt wären. In dieser ihrer Eigenschaft glauben die Civil-Techniker das Wahlrecht unter den gleichen Modalitäten beanspruchen zu dürfen, als dies rücksichtlich der Lehrer, in Nieder-Oesterreich sogar rücksichtlich der Unterlehrer an Volksschulen bereits thatsächlich der Fall ist. — Der soeben besprochenen Institution ähnlich ist aber die mit Gesetz vom 21. Juli 1871 geschaffene Institution der Bergbau-Ingenieure, deren Befugnisse mittelst Verordnung des Ackerbauministeriums vom 23. Mai 1872 geregelt wurden.

Indem der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein diese Gründe der gerechten Würdigung des hohen Hauses unterbreitet, darf er der Gewährung der hier gestellten Bitte umso vertrauensvoller entgegensehen, als der Inhalt derselben vollständig dem Geiste unserer Gesetzgebung entspricht.

Wien, am 5. Jänner 1886.

Der Vorsteher:

Franz Berger m. p.

## Hohes Haus der Abgeordneten des Reichsrathes!

Unsere Gesetzgebung räumt ohne Rücksicht auf Steuerzahlung einer Reihe solcher Staatsbürger das Wahlrecht in die Gemeinde-, Landes- und Reichsvertretung ein, welche entweder eine höhere wissenschaftliche Vorbildung genossen haben oder in öffentlicher Stellung sich befinden beziehungsweise ein öffentliches Amt bekleiden. Demzufolge besitzen insbesondere dieses Wahlrecht:

die im Inlande promovirten Doctoren aller Facultäten, überall;

die Patrone und Magister der Chirurgie und die Magister der Pharmacie, beziehungsweise in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg;

Advocaten und Notare in Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Steiermark;

Männer, welche die politische oder Richteramtsprüfung abgelegt haben, in Salzburg;

diplomirte und selbstständige Wundärzte in Kärnten und Krain;

die Vorstände und Oberlehrer von Volksschulen, überall;

die Lehrer an Volksschulen in Dalmatien, Galizien, Kärnten und Steiermark, und die mit Decret angestellten Unterlehrer in Nieder-Oesterreich.

Blos die Gemeinde-Wahlordnung für Dalmatien vom 30. Juli 1864 räumt dieses Wahlrecht in unzweideutiger Weise auch denjenigen Gemeindeangehörigen ein, welche höhere technische Studien zurückgelegt haben, während das Gemeindegut für Marburg vom 23. December 1871 diese Berechtigung blos auf die diplomirten Techniker beschränkt. In allen anderen Wahlordnungen erscheint also bis heute der Techniker noch immer nicht in der Kategorie jener Wähler, denen dieses wichtige, constitutionelle Recht auf Grundlage der wissenschaftlichen Vorbildung zukommt.

Das hohe Haus hat deshalb auch in richtiger Erkenntniss dieser in unseren Wahlgesetzen liegenden Inconsequenz bereits in der vorigen Session, und zwar in der 163. Sitzung vom 28. Mai 1881, der Ansicht des Petitions-Ausschusses, dass die Gewährung des Wahlrechtes an solche Techniker, beziehungsweise Ingenieure, welche die Staatsprüfungen abgelegt haben, diplomirt und autorisirt sind, nur lebhaft befürwortet werden kann, beigeprägt und die diesfälligen Petitionen „der hohen Regierung zur eingehendsten Würdigung und thunlichsten Berücksichtigung abgetreten“.

Mit Rücksicht auf diese gerechte Würdigung der Bedeutung der Technik und ihrer Vertreter unterbreitet der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein umso vertrauensvoller die Bitte:

„Das hohe Haus der Abgeordneten des Reichsrathes wolle die hohe Regierung bestimmen, Gesetzesvorlagen der verfassungsmässigen Behandlung zuzuführen, in welchen unter den gleichen Modalitäten als für andere Stände das Wahlrecht ohne Rücksicht auf Steuerzahlung zuerkannt werde:

1. den Diplomirten der österreichischen technischen Hochschulen;

2. denjenigen Technikern, welche die an österreichischen technischen Hochschulen vorgeschriebenen Staatsprüfungen mit Erfolg bestanden haben;

3. den behördlich autorisirten Privat-Technikern und Bergbau-Ingenieuren.“

Weil der blosse Vergleich der Einzelforderungen mit den Eingangs angeführten speciellen Wahlberechtigungen deutlich genug spricht, so wolle das hohe Haus gestatten, dass wir uns auf die nun folgende kurze Motivirung der Einzelforderungen beschränken.

Ad 1. Die Anforderungen, welche rücksichtlich des Nachweises der erworbenen Kenntnisse an die Candidaten der Diplomprüfungen an technischen Hochschulen gestellt werden, stehen gewiss jenen Forderungen nicht nach, denen die Doctoranden zu genügen haben; eben deshalb wird es wohl gestattet sein, auch in Ansehung des Wahlrechtes aus dem Diplom der technischen Hochschule jenes Recht abzuleiten, welches dem Doctordiplom allgemein zugesprochen ist.

Ad 2. Nebst den Doctoren gebührt aber nach den jetzt geltenden Wahlordnungen in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg auch noch das Wahlrecht den Patronen und Magistern der Chirurgie, beziehungsweise den Magistern der Pharmacie, also ohne Rücksicht auf ihre sonstige sociale Stellung Männern, welche hinsichtlich ihrer geistigen Bildung den die Hochschule verlassenden Techniker bei Weitem nicht erreichen.

Da zufolge Allerhöchster Entschliessung vom 20. März 1871 Patrone und zufolge der Rigorosenordnung vom 15. April 1872 Magister der Chirurgie nicht mehr creirt werden, so wollen wir an dieser Stelle blos die Pharmaceuten in Vergleich ziehen. Im Sinne des Ministerial-Erlasses vom 14. Juni 1859 hat derjenige, welcher das Magisterium der Pharmacie anstrebt, sich auf Grund eines guten Fortgangszeugnisses der IV. Gymnasialklasse um die Aufnahme als ausserordentlicher Hörer der Universität zu bewerben und nach zweijährigem Besuche derselben drei „strenge Prüfungen“ mit Erfolg zu bestehen.

Dem entgegen erlangt der Techniker nur auf Grund des Maturitätszeugnisses einer Mittelschule die Aufnahme an das Polytechnikum; nach zweijährigem eifrigem Studium hat derselbe die erste Staatsprüfung zu bestehen, sodann, je nach der Fachschule, zwei oder drei Jahre dem eigentlichen Fachstudium im Constructions-Saale oder Laboratorium zu widmen, um sich dann erst um die Zulassung zur II. Staatsprüfung bewerben zu können. — Dass dieser Techniker, falls er diese II. Staatsprüfung mit Erfolg bestanden, in Ansehung der politischen Rechte den vorhin genannten Sanitätspersonen nicht nachgesetzt sein will — diese Forderung wird wohl nicht als unbillig gelten können.

Ad 3. Zuzufolge Allerhöchster Entschliessung vom 6. October 1860 wurde das Institut der behördlich autorisirten Privat-Techniker geschaffen. Im Sinne der mit Staats-Ministerialverordnung vom 8. December 1860 publicirten „Grundzüge“ sind die in Rede stehenden Techniker umso mehr öffentliche Organe, als ihre Amtshandlungen nicht blos unter amtlicher Autorität erfolgen, sondern ihre Beurkundigungen etc. von den Administrativ-Behörden in derselben Weise angesehen werden, als wenn dieselben von landesfürstlichen Beamten unter amtlicher Autorität ausgefertigt wären. In dieser ihrer Eigenschaft glauben die Civil-Techniker das Wahlrecht unter den gleichen Modalitäten beanspruchen zu dürfen, als dies rücksichtlich der Lehrer, in Nieder-Oesterreich sogar rücksichtlich der Unterlehrer an Volksschulen bereits thatsächlich der Fall ist. — Der soeben besprochenen Institution ähnlich ist aber die mit Gesetz vom 21. Juli 1871 geschaffene Institution der Bergbau-Ingenieure, deren Befugnisse mittelst Verordnung des Ackerbauministeriums vom 23. Mai 1872 geregelt wurden.

Indem der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein diese Gründe der gerechten Würdigung des hohen Hauses unterbreitet, darf er der Gewährung der hier gestellten Bitte umso vertrauensvoller entgegensehen, als sich der Inhalt derselben mit dem am 28. Mai 1881 gefassten Beschlusse des hohen Hauses in voller Uebereinstimmung befindet.

Wien, am 5. Jänner 1886.

Der Vorsteher:

Franz Berger m. p.

## Hohes k. k. Gesamt-Ministerium!

Wiederholt haben die österreichischen Techniker über die Zurücksetzung Klage geführt, welche sie darin erblicken, dass, trotzdem unsere Gesetzgebung solchen Staatsbürgern, welche entweder eine höhere wissenschaftliche Vorbildung genossen haben oder in öffentlicher Stellung sich befinden, beziehungsweise ein öffentliches Amt bekleiden, ohne Rücksicht auf Steuerzahlung das Wahlrecht einräumt, ihnen, den Technikern, dieses Wahlrecht im Allgemeinen vorenthalten blieb; denn abgesehen von den als Staatsbeamte fungirenden Ingenieuren und Architekten gebührt dieses Wahlrecht zufolge der Gemeindevahlordnung für Dalmatien vom 30. Juli 1864 blos den gemeindeangehörigen Technikern dieses Kronlandes, während das Gemeindestatut für Marburg vom 23. December 1871 diese Berechtigung auf die diplomirten Techniker beschränkt.

Letztere Bestimmung findet sich zuerst in der Wahlnovelle aus dem Jahre 1871, welche als Regierungsvorlage an die hohen Landesvertretungen gelangte, von diesen jedoch wegen der bald darauf erfolgten Schliessung der Verhandlungen nicht erledigt wurde. Blos der hohe Landesausschuss von Tirol hat auf diese Novelle zurückgegriffen und in der jetzigen Landtagssession eine das Wahlrecht der diplomirten Techniker betreffende Vorlage eingebracht, welche der hohe Landtag in seiner Sitzung vom 15. December 1885 vollinhaltlich genehmigte.

Mit Bezug jedoch darauf, als nach den zur Zeit in Geltung stehenden Wahlordnungen ohne Rücksicht auf Steuerzahlung das Wahlrecht besitzen:

die im Inlande promovirten Doctoren aller Facultäten, überall;

die Patrone und Magister der Chirurgie und die Magister der Pharmacie, beziehungsweise in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg;

Advocaten und Notare in Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Steiermark;

Männer, welche die politische oder Richteramtsprüfung abgelegt haben, in Salzburg;

diplomirte und selbstständige Wundärzte in Kärnten und Krain;

die Vorstände und Oberlehrer von Volksschulen, überall;

die Lehrer an Volksschulen in Dalmatien, Galizien, Kärnten und Steiermark, und die mit Decret angestellten Unterlehrer in Nieder-Oesterreich, erlaubt sich der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein Einem hohen k. k. Gesamt-Ministerium ehrfurchtsvollst die Bitte zu unterbreiten:

Hochdasselbe wolle Gesetzesvorlagen der verfassungsmässigen Behandlung zuführen, in welchen unter den gleichen Modalitäten als für andere Stände das Wahlrecht ohne Rücksicht auf Steuerzahlung zuerkannt werde:

1. den Diplomirten der österreichischen technischen Hochschulen;

2. denjenigen Technikern, welche die an österreichischen technischen Hochschulen vorgeschriebenen Staatsprüfungen mit Erfolg bestanden haben;

3. den behördlich autorisirten Privat-Technikern und Bergbau-Ingenieuren.

Zur näheren Begründung dieser Bitte sei es dem österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine unter Hinweis auf die soeben berührten speciellen Wahlberechtigungen einzelner Stände gestattet, das Folgende hervorzuheben:

Ad 1. Die Anforderungen, welche rücksichtlich des Nachweises der erworbenen Kenntnisse an die Candidaten der Diplomprüfungen an technischen Hochschulen gestellt werden, stehen gewiss jenen Forderungen nicht nach, denen die Doctoranden zu genügen haben; eben deshalb wird es wohl gestattet sein, auch in Ansehung des Wahlrechtes aus dem Diplom der technischen Hochschule jenes Recht abzuleiten, welches dem Doctordiplom allgemein zugesprochen ist.

Ad. 2. Nebst den Doctoren gebührt aber nach den jetzt geltenden Wahlordnungen in Böhmen, Bukowina, Galizien, Kärnten, Nieder-Oesterreich und Salzburg auch noch das Wahlrecht den Patronen und Magistern der Chirurgie, beziehungsweise den Magistern der Pharmacie, also ohne Rücksicht auf ihre sonstige sociale Stellung Männern, welche hinsichtlich ihrer geistigen Bildung den die Hochschule verlassenden Techniker bei Weitem nicht erreichen.

Da zufolge Allerhöchster Entschliessung vom 20. März 1871 Patrone und zufolge der Rigorosenordnung vom 15. April 1872 Magister der Chirurgie nicht mehr creirt werden, so wollen wir an dieser Stelle blos die Pharmaceuten in Vergleich ziehen. Im Sinne des Ministerial-Erlasses vom 14. Juni 1859 hat derjenige, welcher das Magisterium der Pharmacie anstrebt, sich auf Grund eines guten Fortgangszeugnisses der IV. Gymnasialclassen um die Aufnahme als ausserordentlicher Hörer der Universität zu bewerben und nach zweijährigem Besuche derselben drei „strenge Prüfungen“ mit Erfolg zu bestehen.

Dem entgegen erlangt der Techniker nur auf Grund des Maturitätszeugnisses einer Mittelschule die Aufnahme an das Polytechnikum; nach zweijährigem eifrigem Studium hat derselbe die erste Staatsprüfung zu bestehen, sodann, je nach der Fachschule, zwei oder drei Jahre dem eigentlichen Fachstudium im Constructions-Saale oder Laboratorium zu widmen, um sich dann erst um die Zulassung zur II. Staatsprüfung bewerben zu können. — Dass dieser Techniker, falls er diese II. Staatsprüfung mit Erfolg bestanden, in Ansehung der politischen Rechte den vorhin genannten Sanitätspersonen nicht nachgesetzt sein will — diese Forderung wird wohl nicht als unbillig gelten können.

Ad. 3. Im Sinne gesetzlicher Bestimmungen, u. zw. der Allerhöchsten Entschliessung vom 6. October 1860, der hohen Staats-Ministerialverordnung vom 8. December 1860, Gesetz vom 21. Juli 1871 und Verordnung des hohen Ackerbau-Ministeriums vom 23. Mai 1872 fungiren diese Techniker als öffentliche Organe und glauben deshalb das Wahlrecht unter den gleichen Modalitäten beanspruchen zu dürfen, als dies rücksichtlich der Lehrer, in Nieder-Oesterreich sogar rücksichtlich der Unterlehrer, bereits thatsächlich der Fall ist.

Indem der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein diese Gründe der gerechten Würdigung Eines hohen k. k. Gesamt-Ministeriums unterbreitet, darf er der Gewährung der hier gestellten Bitte umso vertrauensvoller entgegensehen, als sich dieselbe mit den Anschauungen des hohen Abgeordnetenhauses im vollen Einklange befindet, welche Hochdasselbe in der vorigen Session, und zwar in der 163. Sitzung vom 28. Mai 1881 gelegentlich der Erledigung jener Petitionen der Prager und Brünnener Polytechniker, sowie der böhmischen und galizischen Ingenieurkammer zum Ausdruck gebracht hatte, die insgesamt „der hohen Regierung zur eingehendsten Würdigung und thunlichsten Berücksichtigung abgetreten wurden“.

Wien, am 5. Jänner 1886.

Der Vorsteher:

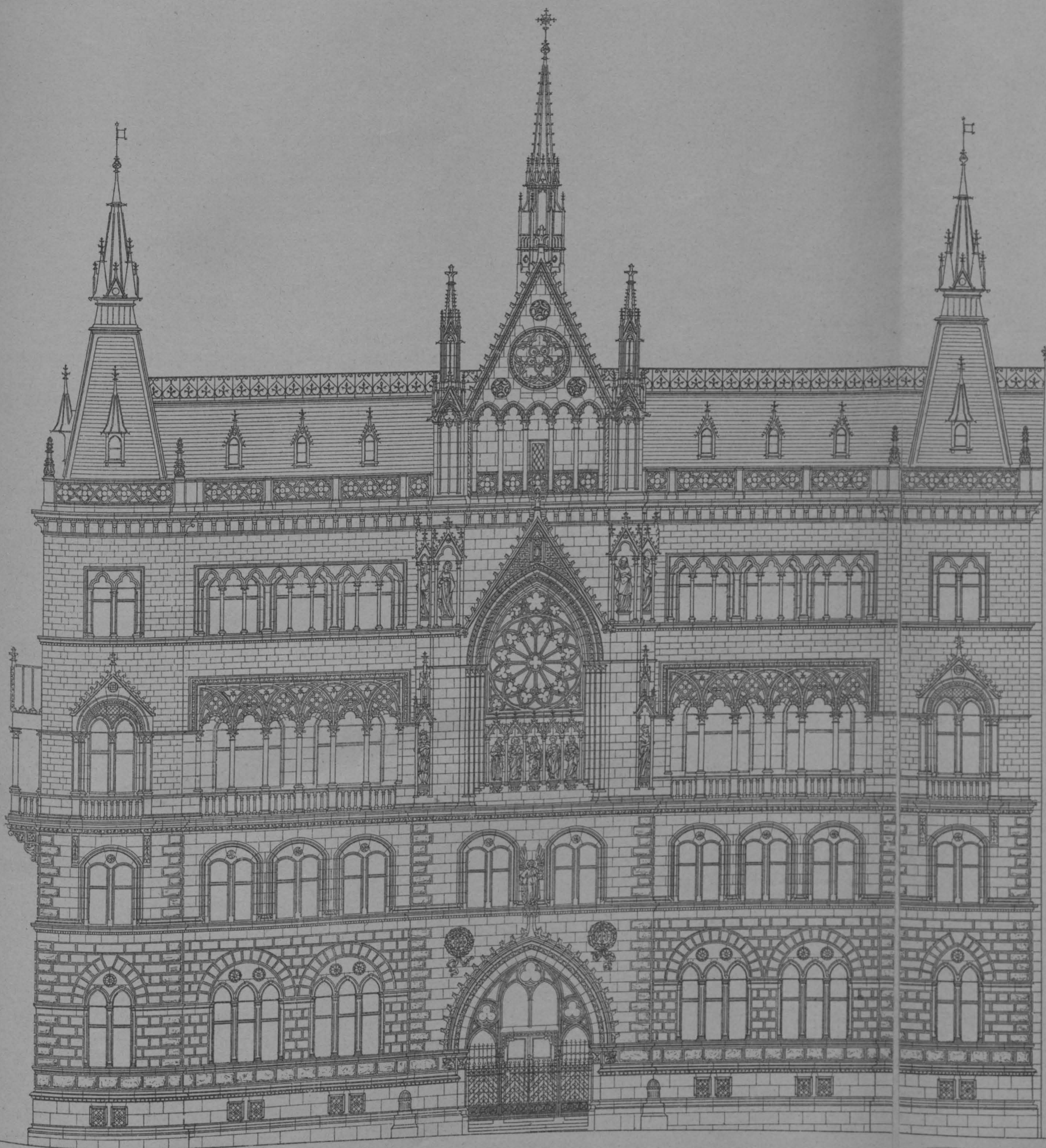
Franz Berger m. p.



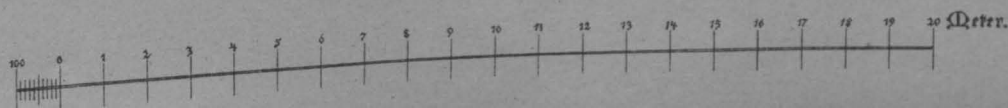
## K. K. STIFTUNGSHAUS AM SCHOTTENRING IN WIEN

ARCHITEKT: K. K. OBERBAURATH FRIEDRICH FREIHERR V. SCHMIDT.

FACADE.



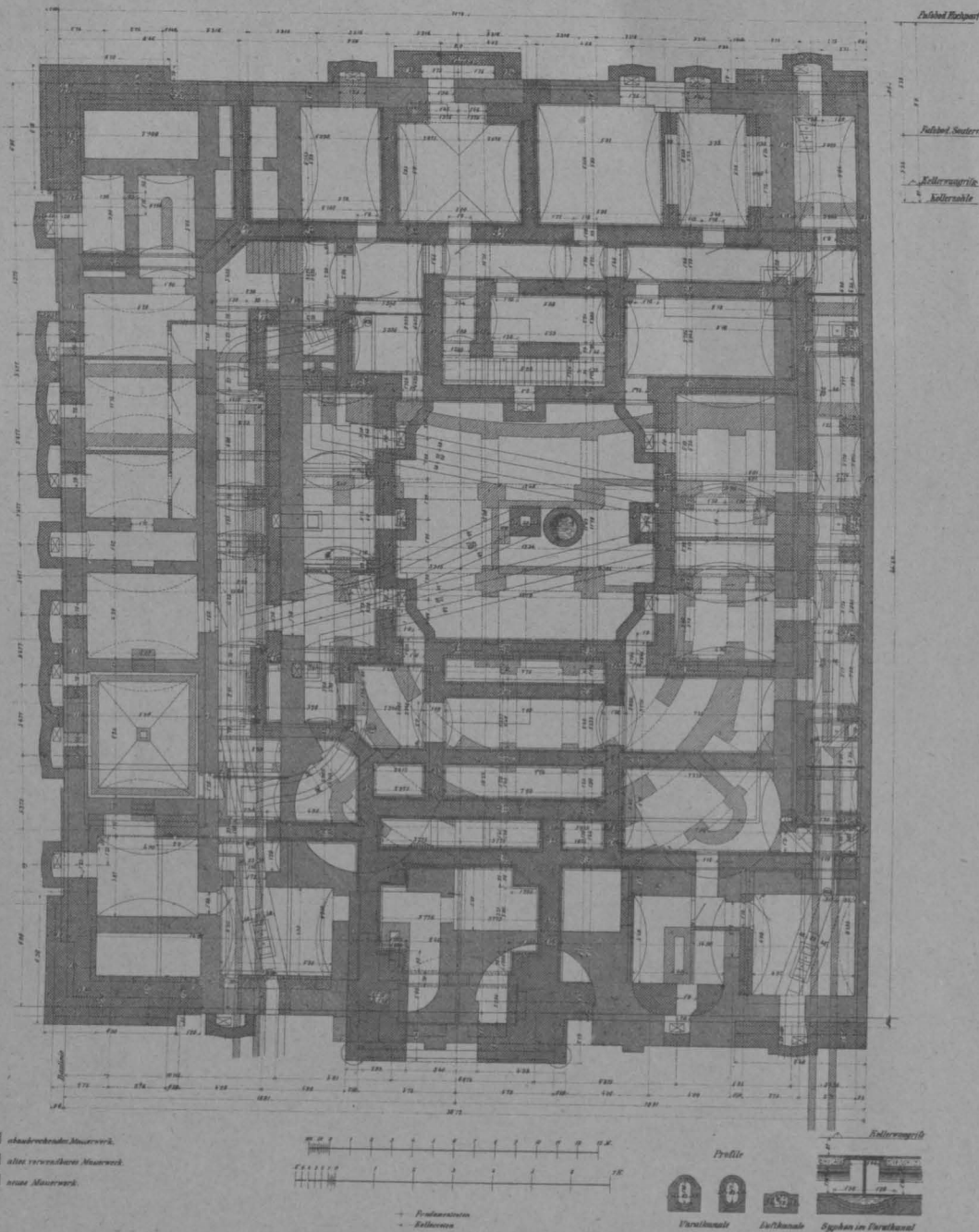
F. Schmidt, 1885



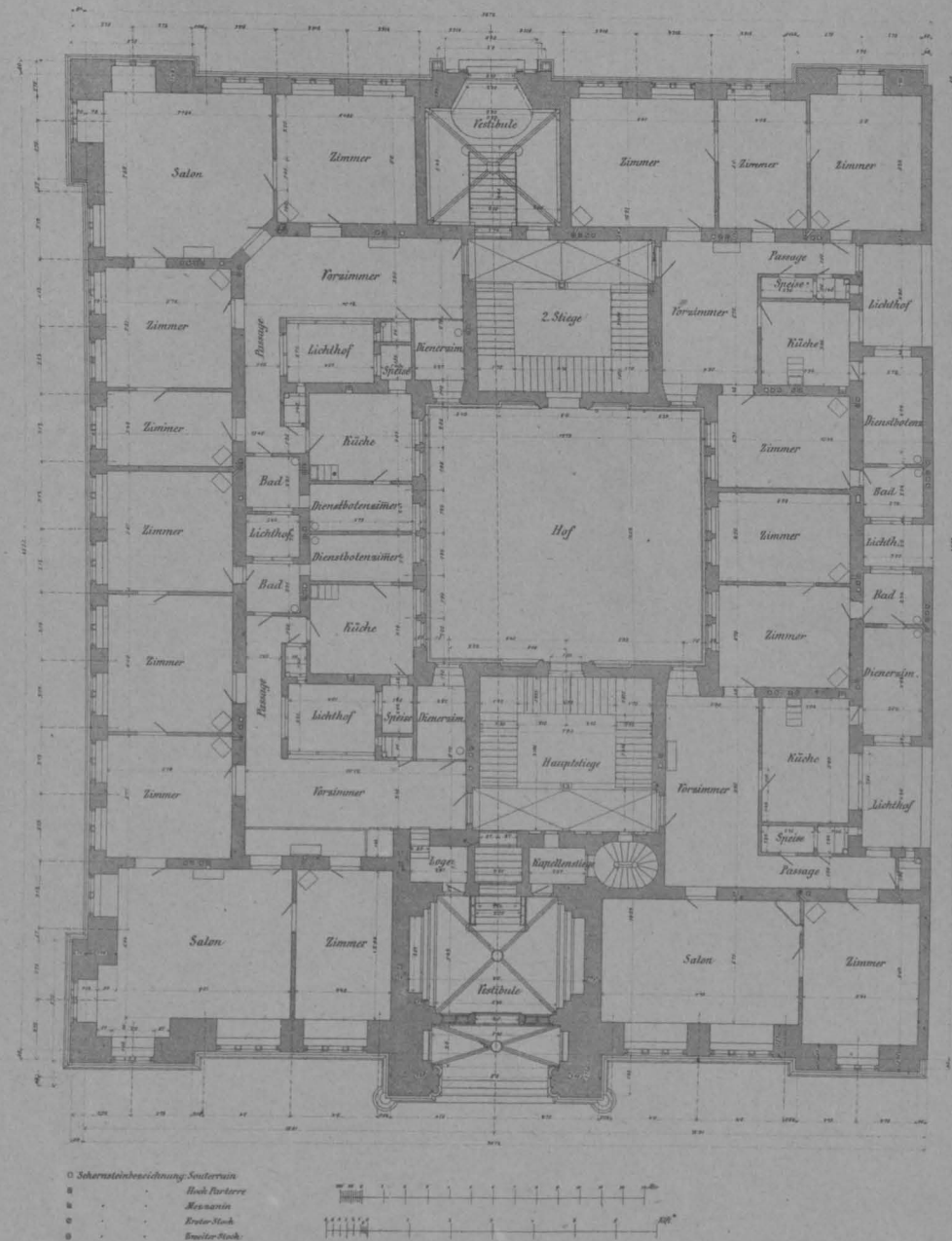
# K. K. STIFTUNGSHAUS AM SCHOTTENRING IN WIEN

ARCHITEKT: K. K. OBERBAURATH FRIEDRICH FREIHERR V. SCHMIDT.

## KELLER.

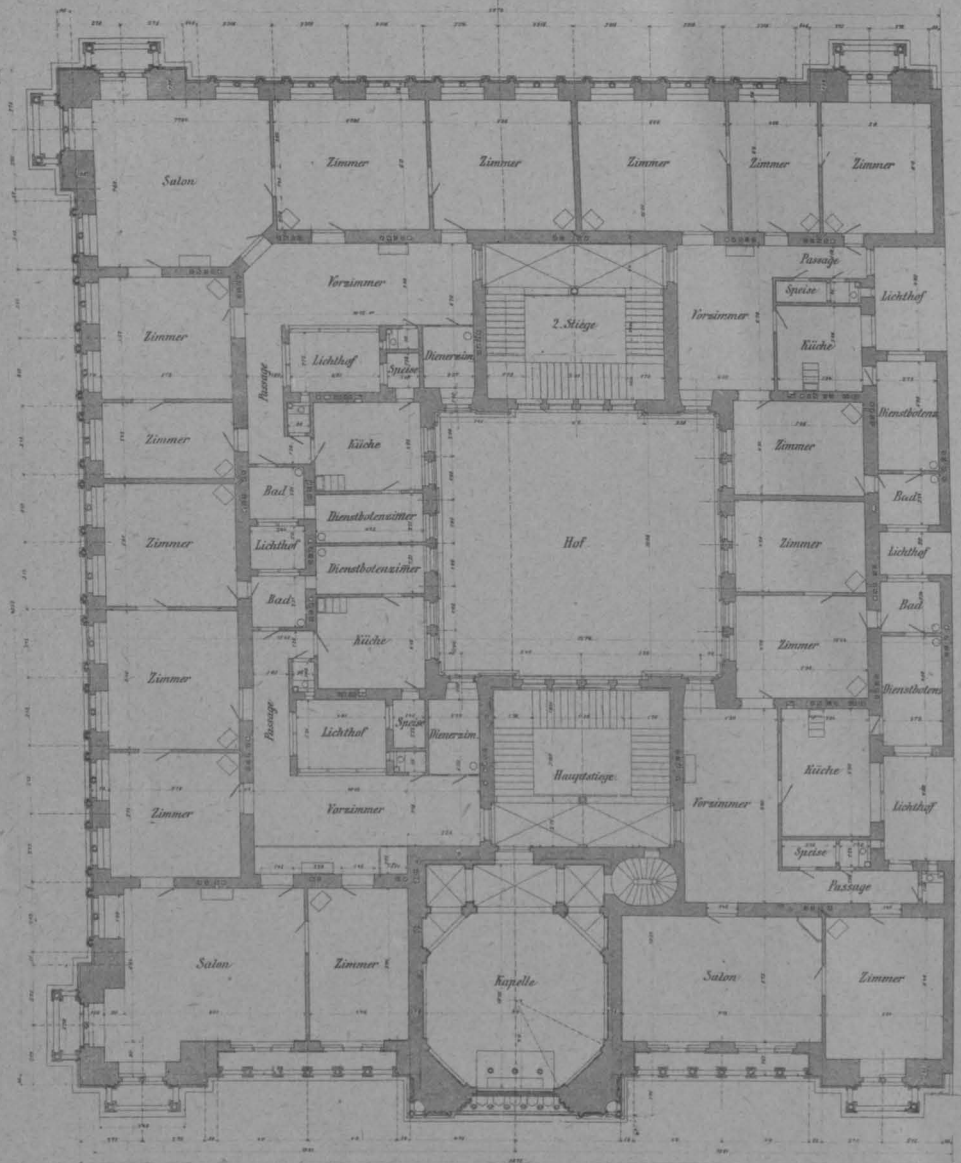


## HOCHPARTERRE.

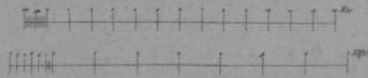




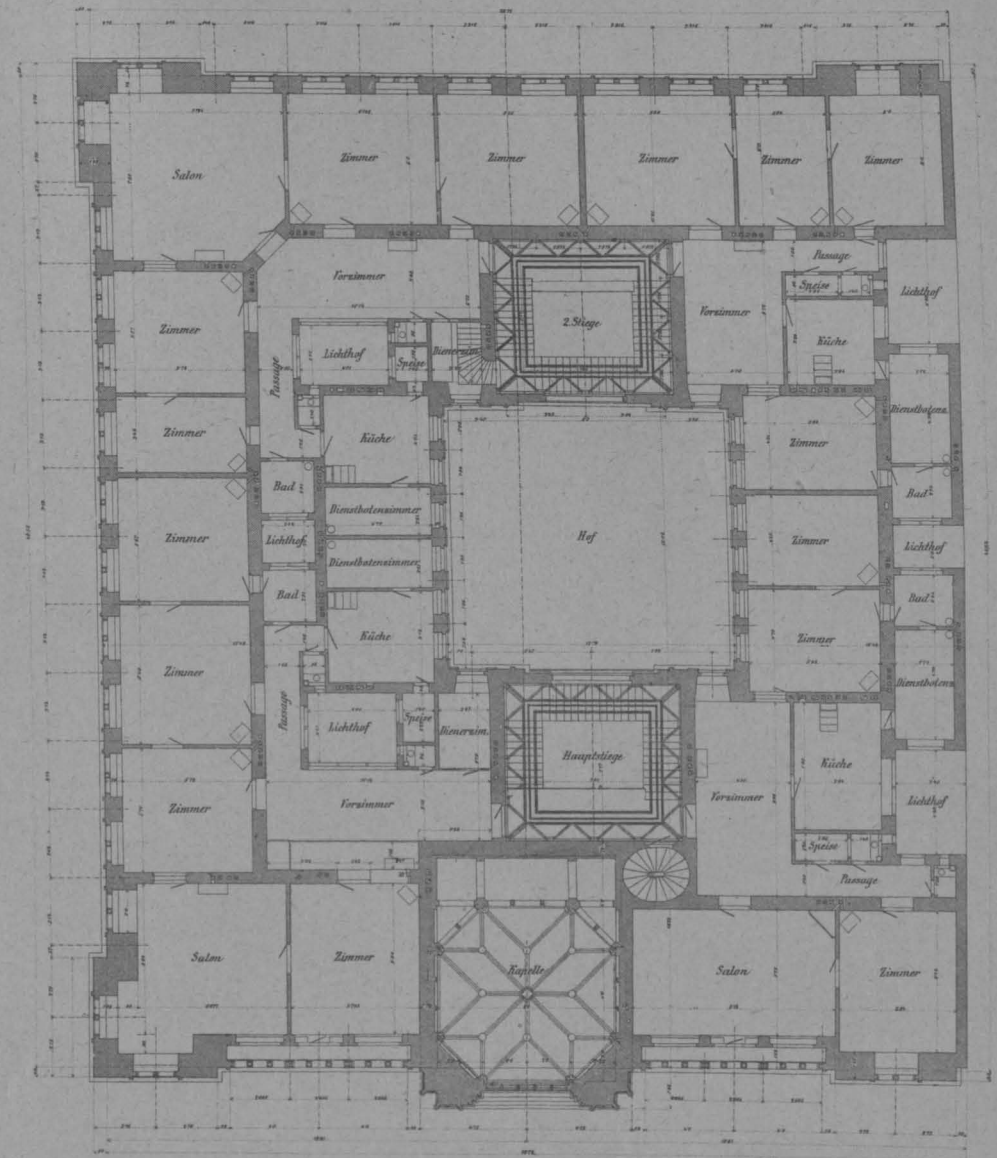
I. STOCK.



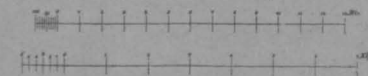
○ Schattenscheinung  
 ■ Balken  
 ■ Treppen  
 ■ Fenster  
 ■ Keller



II. STOCK.



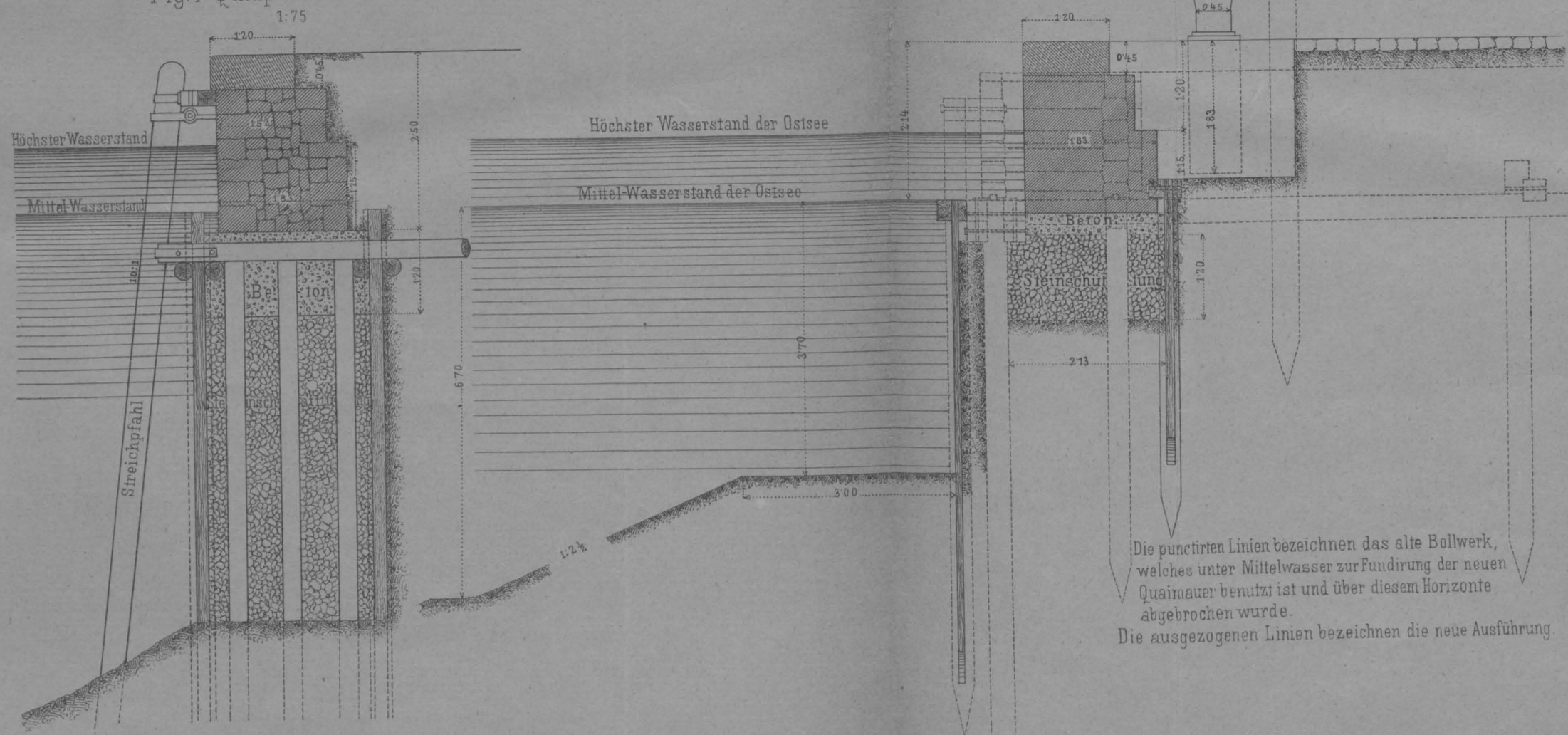
○ Schattenscheinung  
 ■ Balken  
 ■ Treppen  
 ■ Fenster  
 ■ Keller



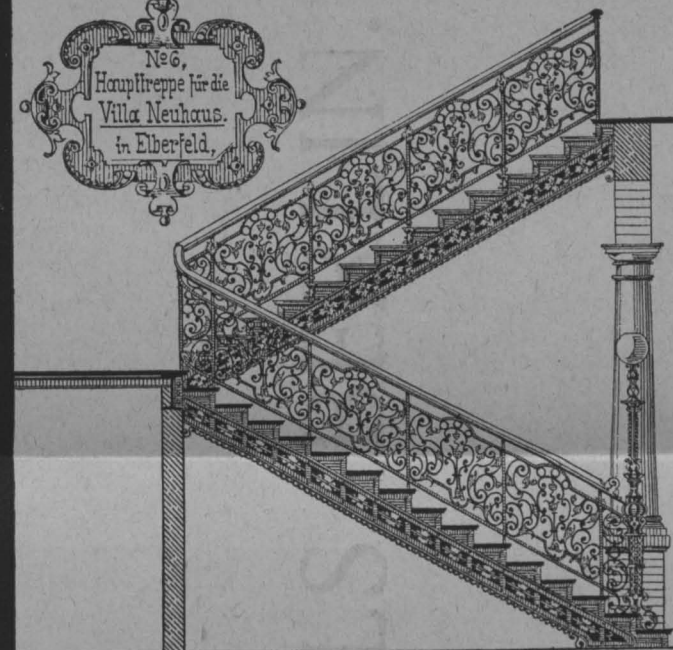
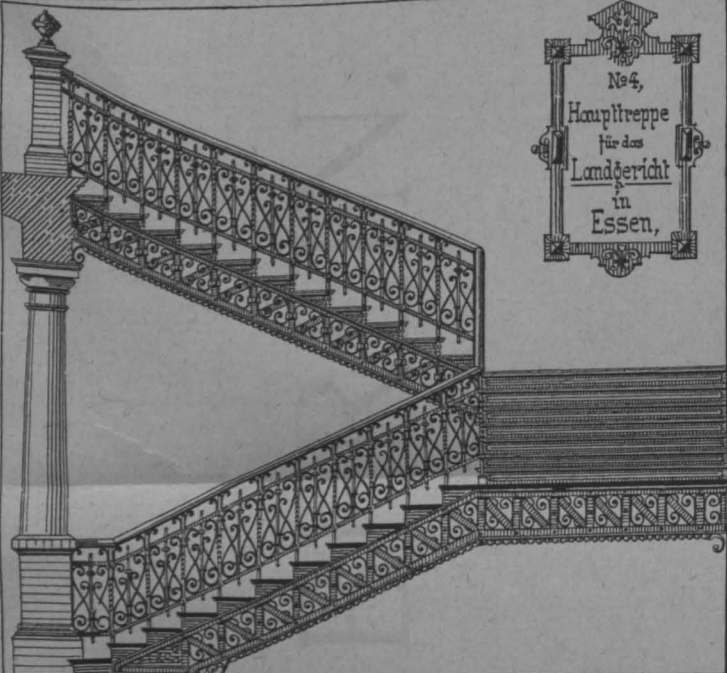
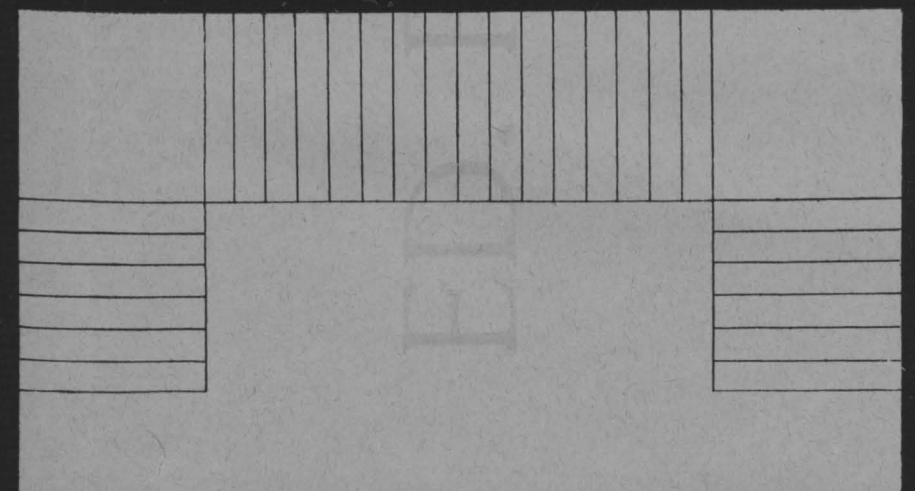
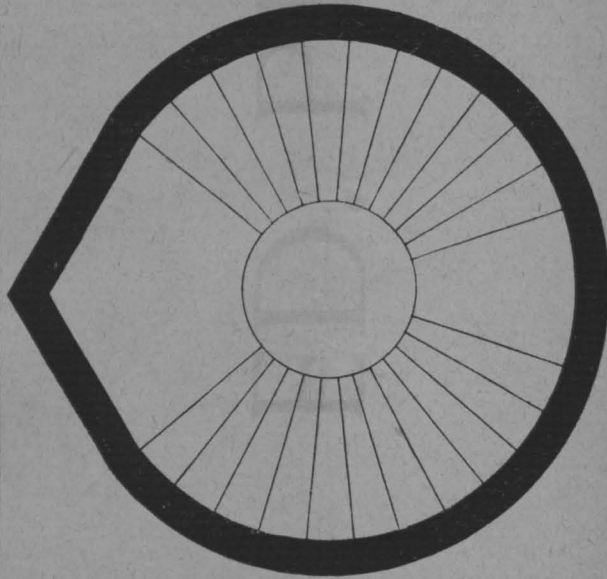
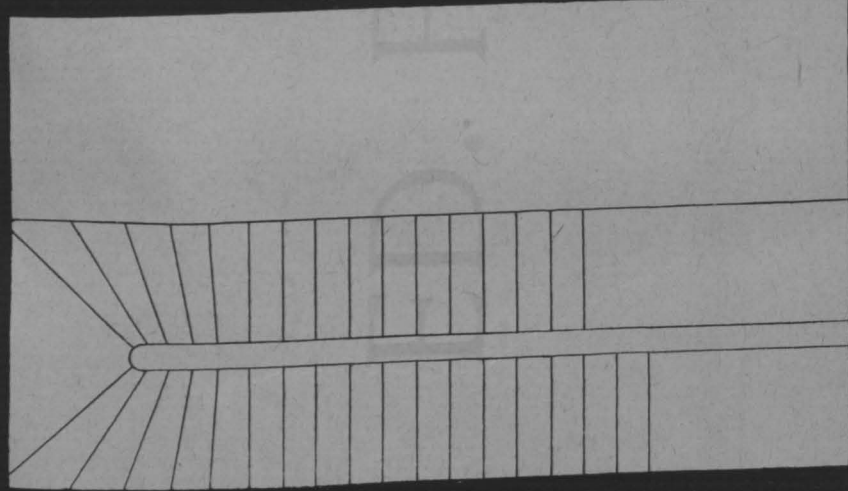
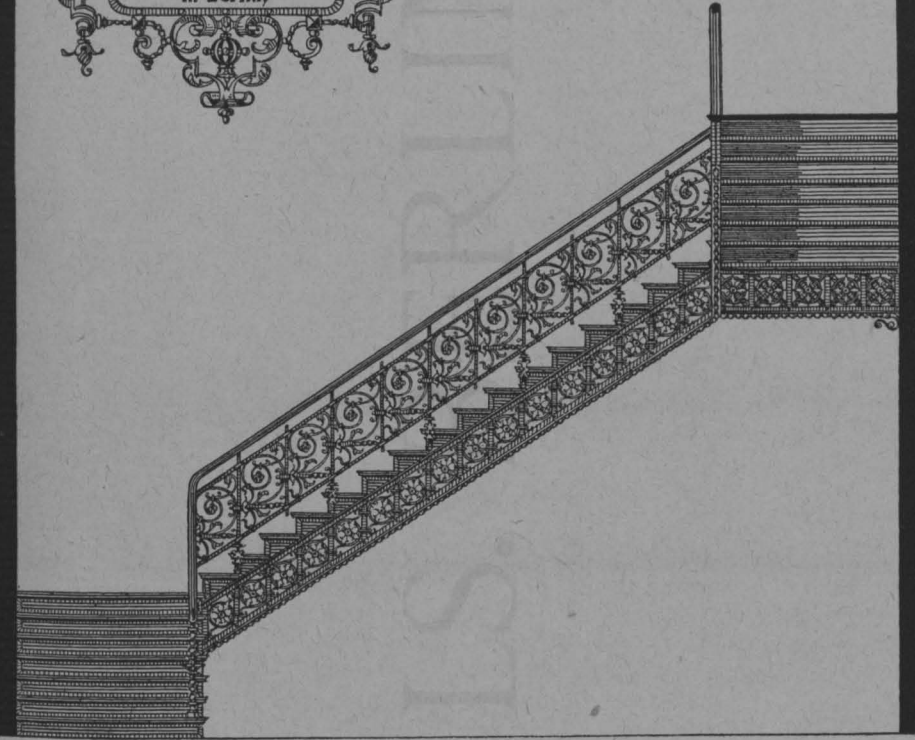
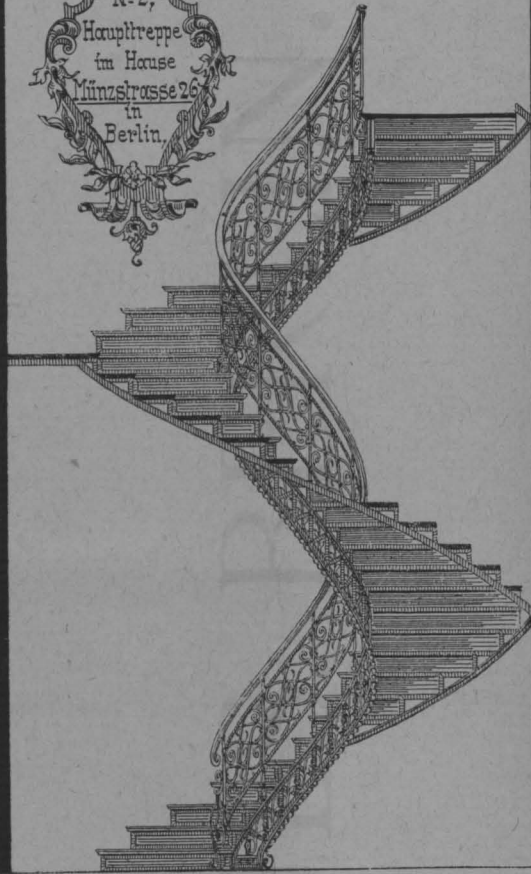
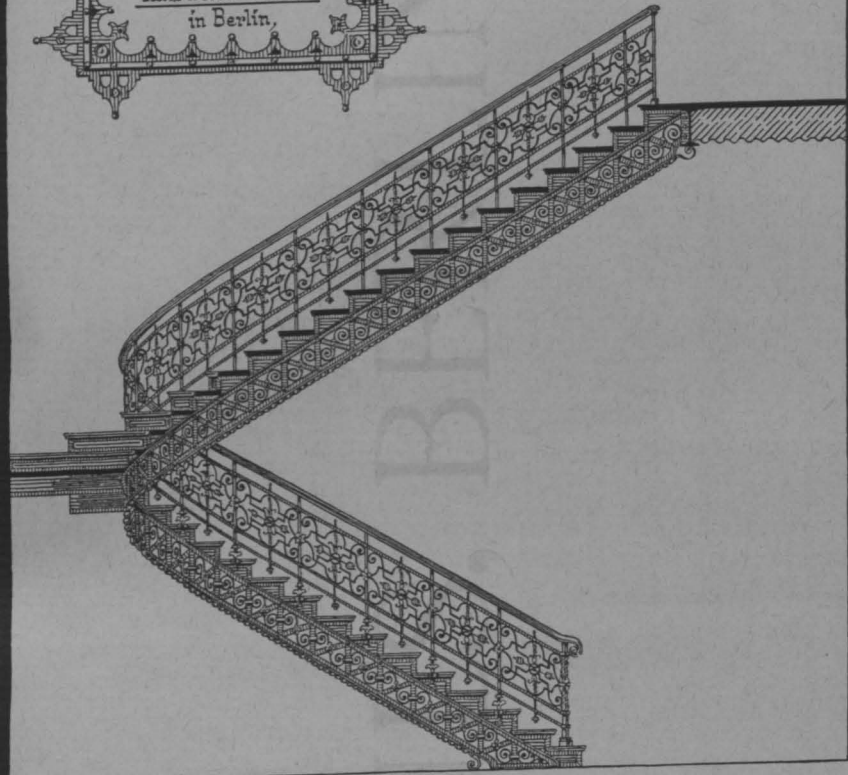


HAFEN VON LIEBAU.

Fig.1 Quaiprofil im Bassin.





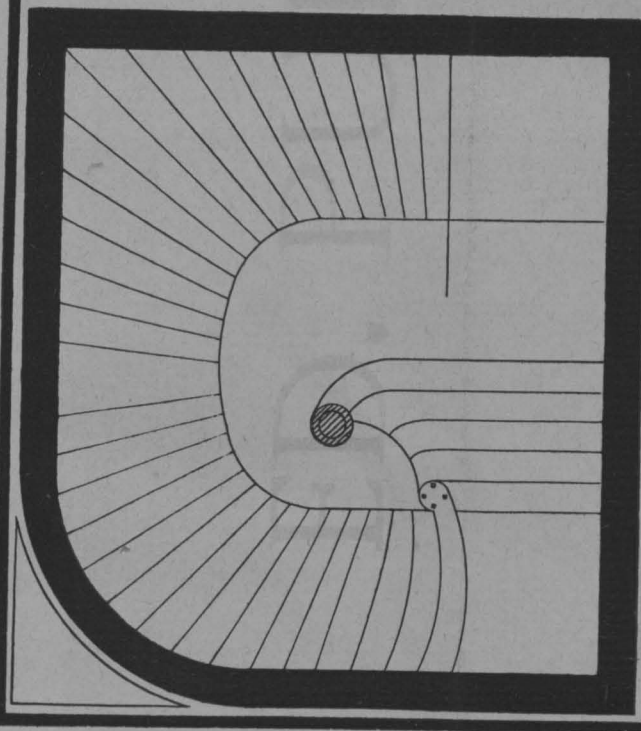
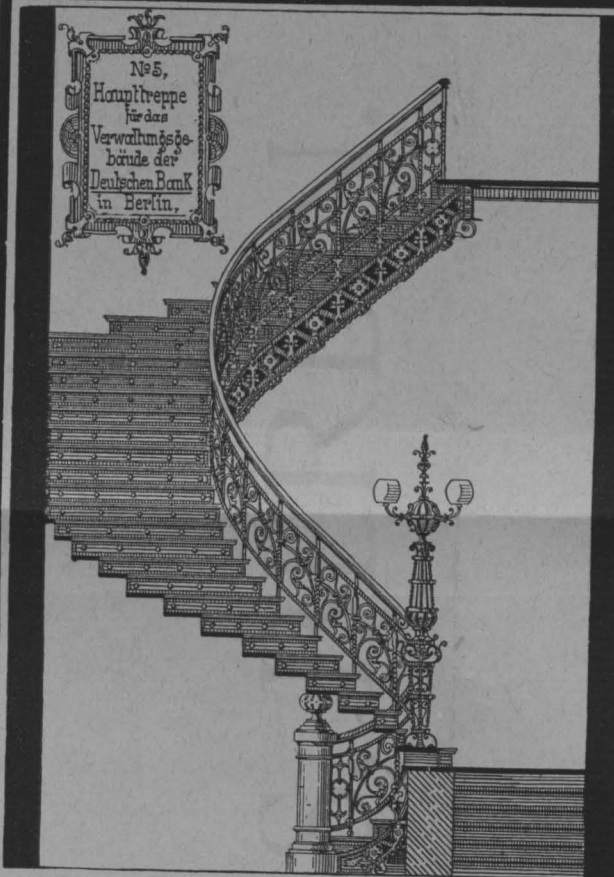
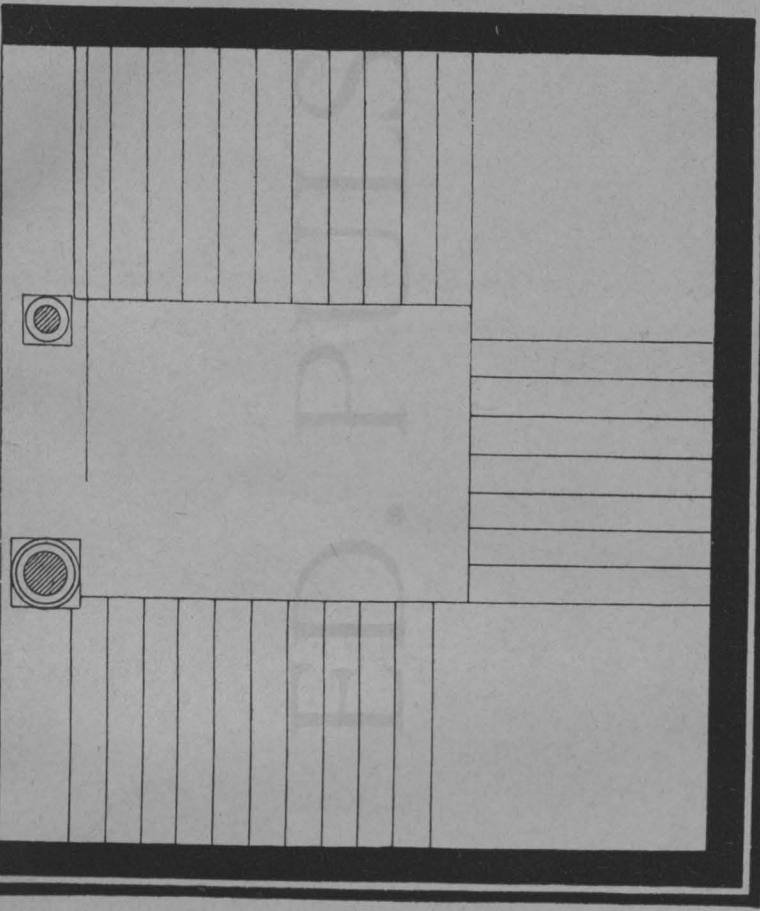
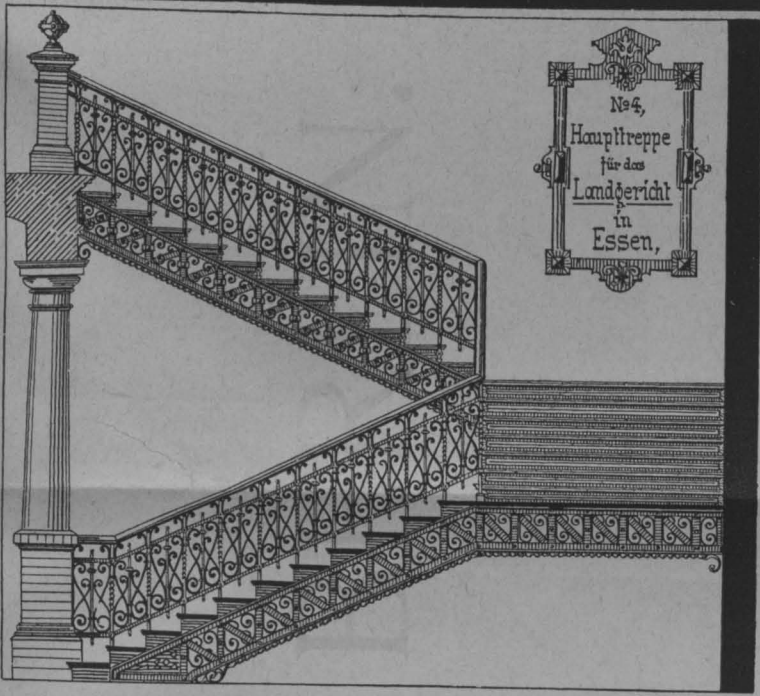


**Preise**  
der  
schmiedeeisernen Treppen  
aus der  
**Eisenconstructions- und  
Kunstschmiede-Werkstatt**  
von  
**ED. PULS**  
Berlin S.W. Tempelhofer Ufer 6.  
**Blatt 47.**

- No. 1. Haupttreppe, pro  
Steigung . . .  
pro 1 Meter Podest . .  
pro lfd. Meter Geländer  
No. 2. Runde Haupttreppe,  
pro Steigung . . .  
pro lfd. Meter Geländer  
No. 3. Haupttreppe, pro  
Steigung . . .  
pro 1 Meter Podest . .  
pro lfd. Meter Geländer  
No. 4. 3 armige Haupt-  
treppe, pro Steigung . .  
pro 1 Meter Podest . .  
pro lfd. Meter Geländer  
No. 5. Geschweifte Haupt-  
treppe, pro Steigung . .  
pro lfd. Meter Geländer

Mark.





**Preise**  
der  
schmiedeeisernen Treppen  
aus der  
**Eisenconstructions- und  
Kunstschmiede-Werkstatt**  
von

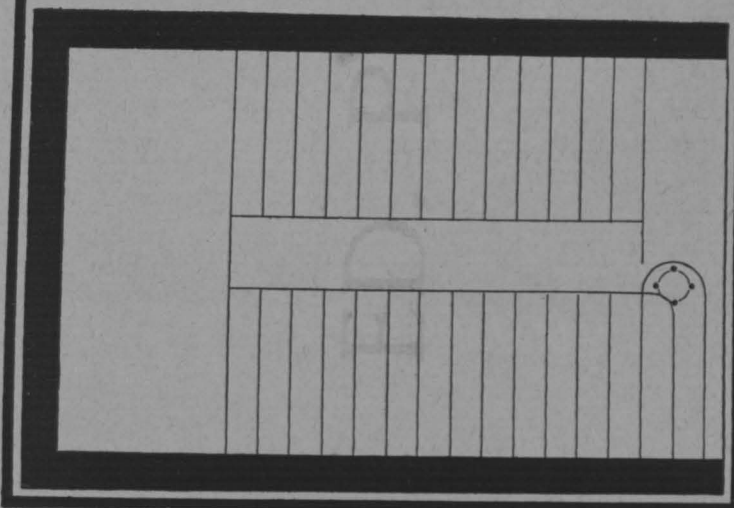
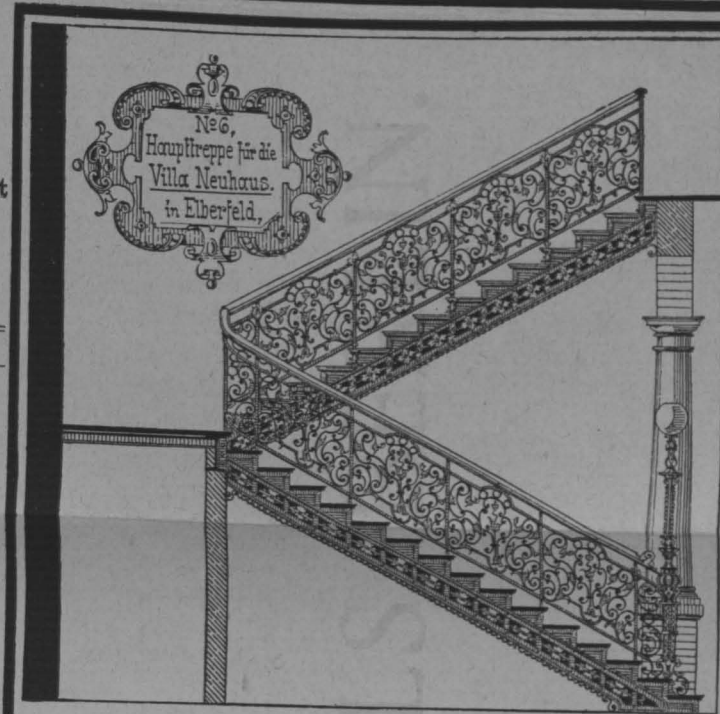
**ED. PULS**

Berlin S.W. Tempelhofer Ufer 6.

**Blatt 47.**

- No. 1. Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro ☐ Meter Podest . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 2. Runde Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 3. Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro ☐ Meter Podest . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 4. 3 armige Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro ☐ Meter Podest . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 5. Geschweifte Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Candelaber . . .
- No. 6. Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Candelaber . . .

Mark.



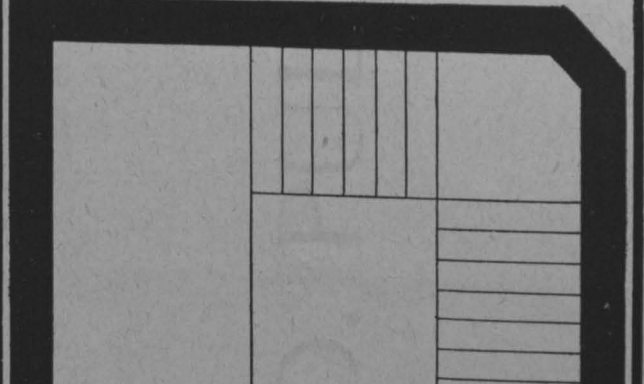
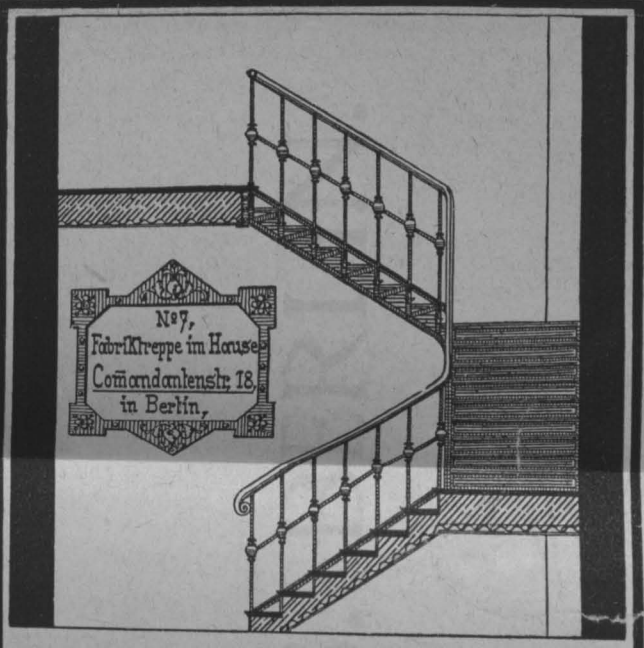
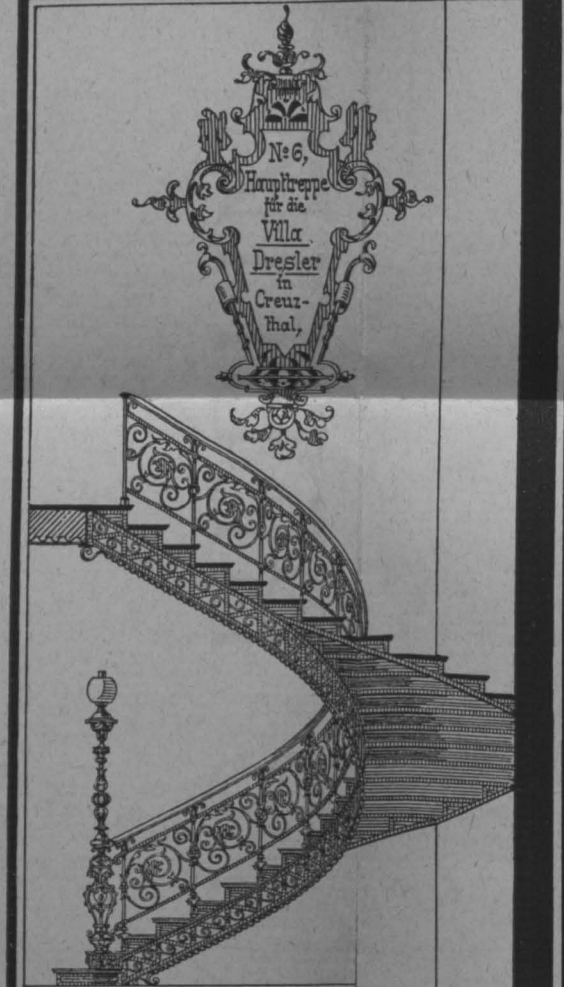
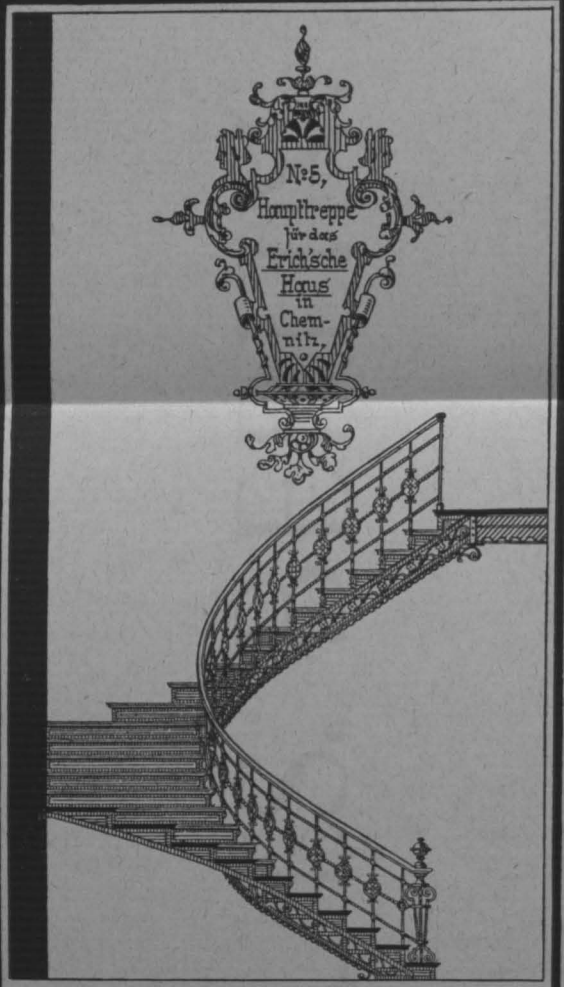
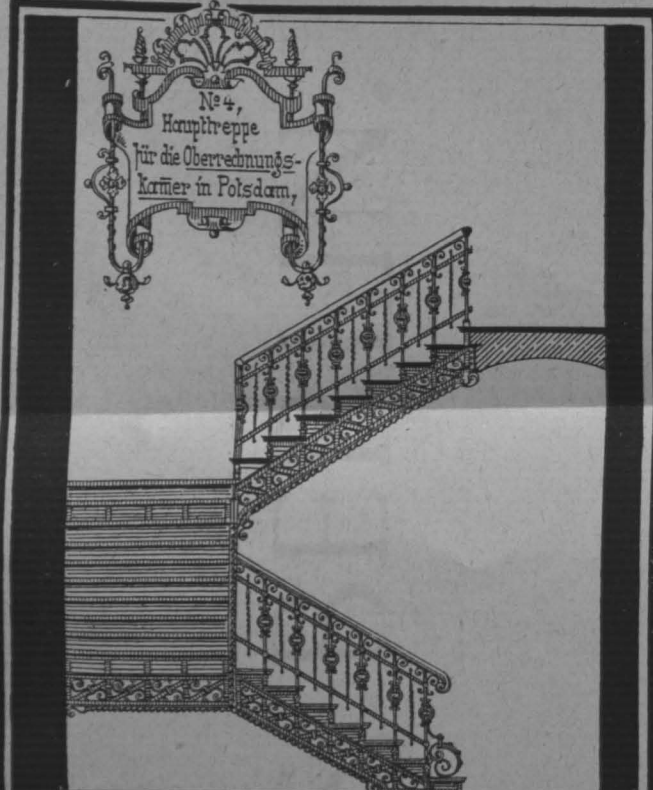
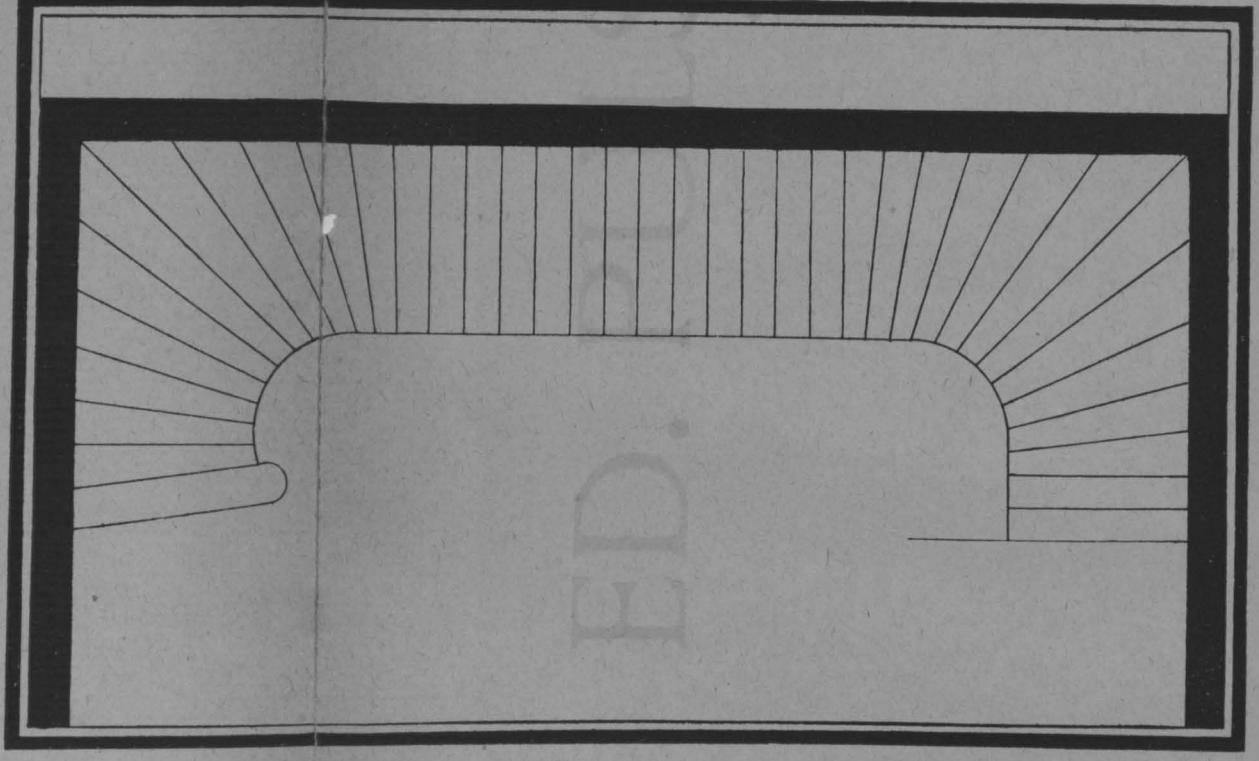
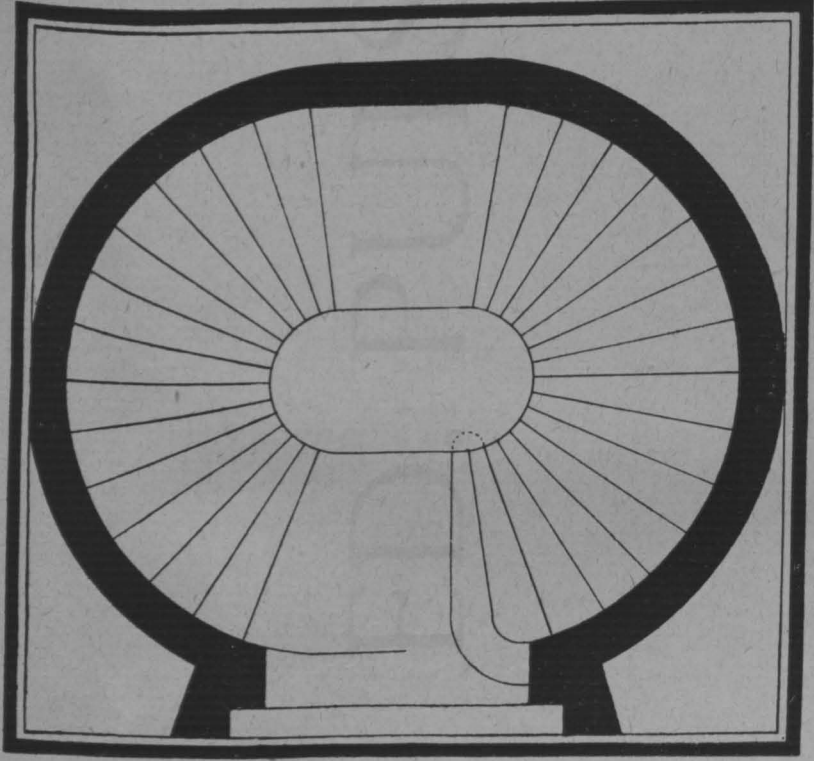
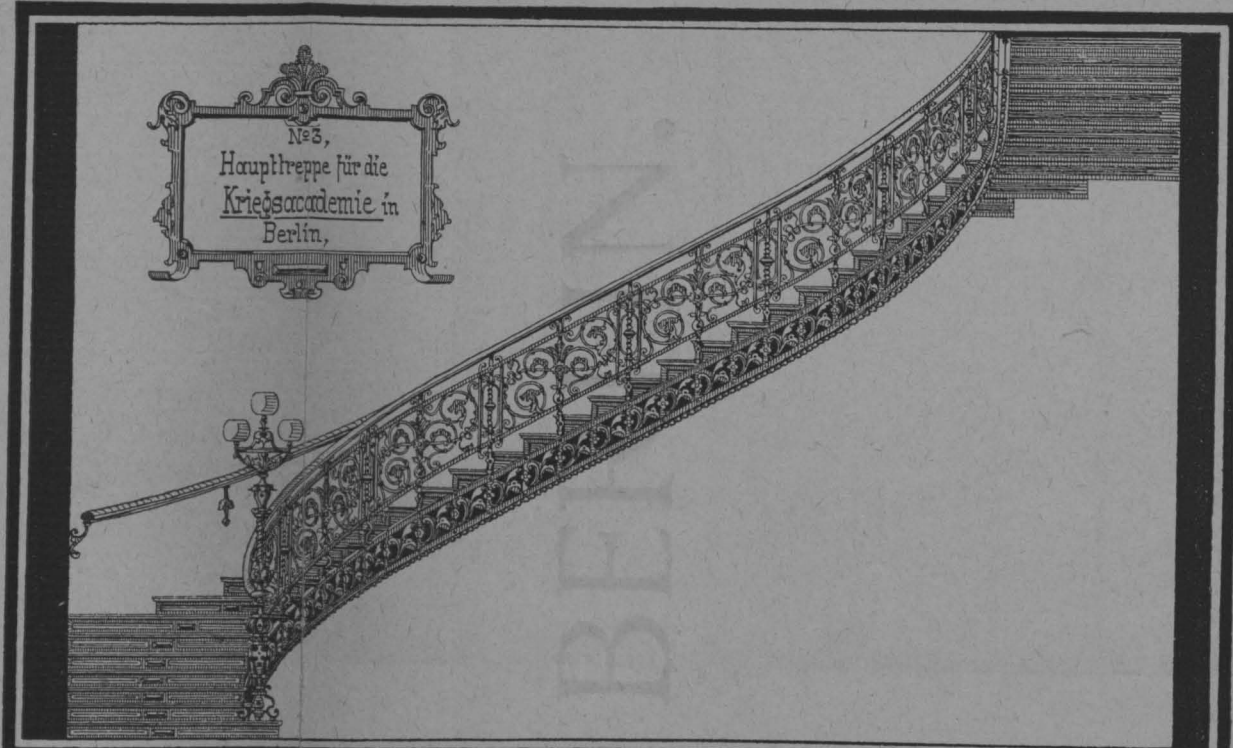
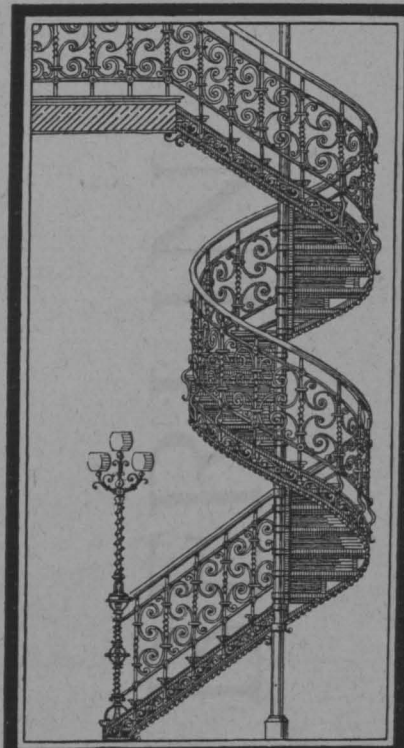
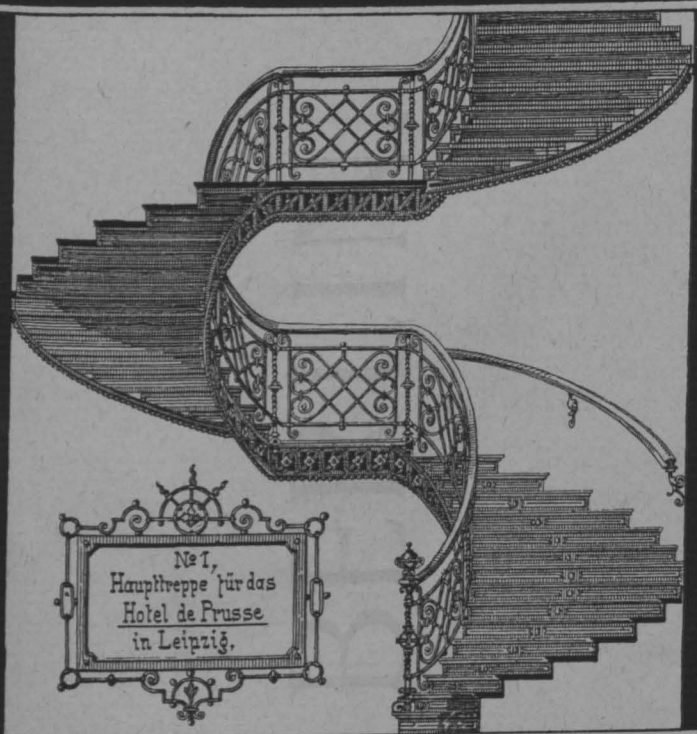
**Blatt 48.**

- No. 1. Gewendelte Haupttreppe mit Podesten, pro Steigung . . .
- pro ☐ Meter Podest . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 2. Spindeltreppe, pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Candelaber . . .
- No. 3. Halbgewendelte Haupttreppe, pr. Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Candelaber . . .
- No. 4. 3 armige Haupttreppe, pro Steigung . . .
- pro ☐ Meter Podest . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- No. 5. Halbgewendelte Haupttreppe, pr. Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Antrittsposten . . .
- No. 6. Geschweifte Haupttreppe pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .
- pro Candelaber . . .
- No. 7. 3 armige Fabrik-treppe, pro Steigung . . .
- pro lfd. Meter Geländer . . .

Preise sämtlich incl. Aufstellen, jedoch excl. Stein- resp. Holzbeläge und der erforderlichen Maurerhilfe.  
Die statischen Berechnungen der Constructionen basiren auf den strengen Vorschriften der Berliner Bau-Polizei.

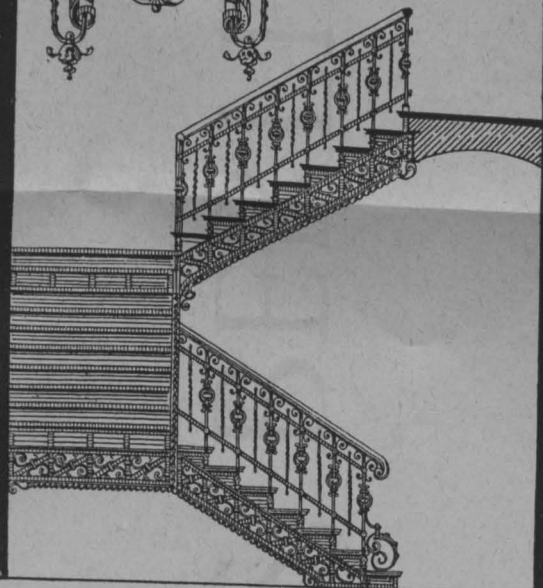




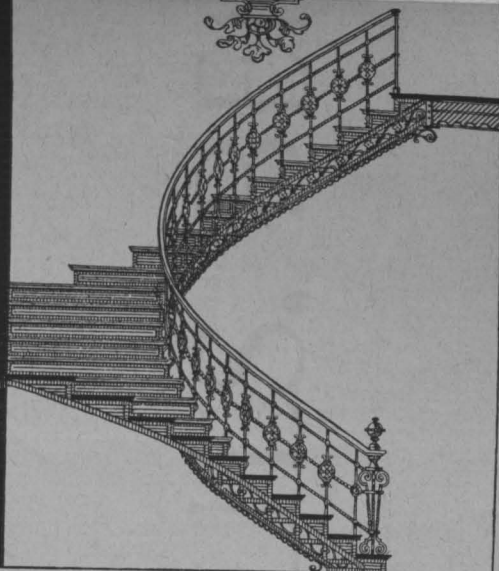




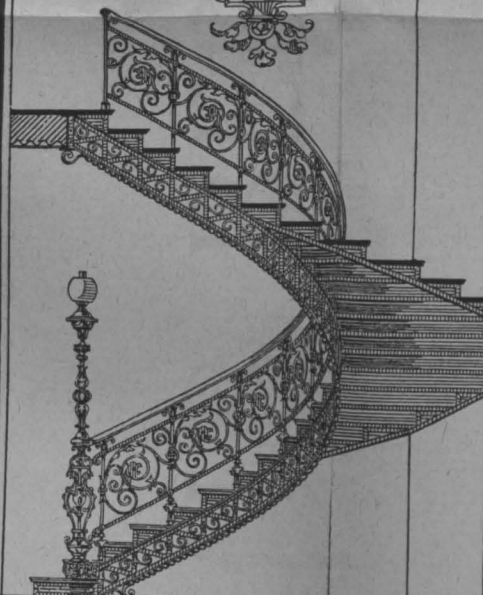
N<sup>o</sup> 4,  
Haupttreppe  
für die Oberrechnungs-  
kammer in Potsdam,



N<sup>o</sup> 5,  
Haupttreppe  
für das  
Erich'sche  
Haus  
in  
Chem-  
nitz,



N<sup>o</sup> 6,  
Haupttreppe  
für die  
Villa  
Dresler  
in  
Crenz-  
thal,



N<sup>o</sup> 7,  
Fabrik-treppe im Hause  
Comandantensstr. 18.  
in Berlin,

